REVUE GÉNÉRALE DES SCIENCES PURES ET APPLIQUÉES

ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES

64

1957

PUBLIÉ PAR LA SOCIÉTÉ D'ÉDITION D'ENSEIGNEMENT SUPÉRIEUR
5, Place de la Sorbonne — PARIS 5e
AVEC L'AIDE DU CENTRE NATIONAL DE LA RECHERCHE SCIENTIFIQUE

Digitized by the Internet Archive
in 2025

https://archive.org/details/revue-generale-des-sciences_january-february-1957_64_1-2

REVUE GENERALE DES SCIENCES
PURES ET APPLIQUEES
ET BULLETIN DE L'ASSOCIATION FRANÇAISE POUR L'AVANCEMENT DES SCIENCES
TOME LXIV Janvier-Février 1957 N°s 1-2

Chronique & Correspondance

Le XVIIIe Congrès International de Géographie

Rio de Janeiro, Août 1956

Le XVIIIe Congrès international de Géographie s'est déroulé du 9 au 18 août, à Rio de Janeiro, à l'Ecole Navale, construite sur une ancienne île rattachée artificiellement à la terre ferme, qui fut, au XVIIIe siècle, une des forteresses défendant l'accès de la baie de Guanabara. Site splendide, certainement le plus beau de tous les Congrès de Géographie, avec une vue panoramique sur le paysage grandiose de montagnes escarpées qui surgissent d'entre les gratte-ciels de la ville et, de l'autre côté, sur la baie bordée des collines encore boisées de Niteroi, la capitale de l'Etat de Rio de Janeiro.

On eût pu craindre que, dans un tel cadre, le Congrès fût plus touristique que sérieux. Il n'en fut rien et un remarquable équilibre fut maintenu entre les agréments d'une vie sociale rendue exceptionnelle par l'inégalable gentillesse des Brésiliens, et le travail scientifique, qui fut des plus sérieux.

Les Brésiliens soulignèrent à plusieurs reprises, au cours de la période de préparation du Congrès, qu'il s'agissait du premier congrès tenu dans un pays tropical. Et l'étude de la zone chaude du Globe fut l'un des thèmes principaux des exposés et des discussions, quoique ce ne fut pas le seul : là aussi, un équilibre harmonieux fut réalisé entre les préoccupations des géographes brésiliens et celles de leurs invités.

Dans le domaine de la géographie physique qui intéresse plus particulièrement les lecteurs de la *Revue Générale des*

Sciences, ce fut la géomorphologie qui eût la place de choix. Elle s'adjugea officiellement la moitié des communications, mais, bien des communications des sections de cartographie, de climatologie, d'hydrologie et de biogéographie étaient, en fait, des communications de géomorphologie renvoyées à ces autres sections pour étoffer un peu le programme. C'est d'ailleurs en géomorphologie que les progrès les plus notables furent marqués depuis les précédents congrès. Une tendance fort nette se dégage : le développement de l'étude des processus, entrepris de plus en plus au moyen des techniques de laboratoire (étude lithologique des dépôts) et de la confrontation avec les résultats des autres sciences de la nature : pédologie, pétrographie, géologie, biogéographie, climatologie. Cet essor de la géomorphologie dynamique laisse un peu de côté les influences structurales sur le modelé, plus anciennement connues, et met l'accent sur la genèse des formes de dissection dans leurs rapports avec le climat et la couverture végétale qui lui est liée. Une fois mieux connus les processus actuels, on est amené à faire le bilan des formes fonctionnelles et des survivances, ce qui entraîne le géomorphologue vers la reconstitution des oscillations climatiques successives. De très grands progrès ont été faits dans cette voie lors des dernières années pour toutes les zones du Globe. Dans la zone froide, la commission de Géomorphologie Périglaciaire a présenté des rapports, généralement accompagnés de cartes, qui mettent en évidence le rôle des phases froides du Quaternaire jusque dans les régions méditerranéennes, au Japon, en Australie méridionale. Dans les pays secs de la bordure du Sahara, les phases humides ont été analysées en détail, principalement en Afrique du Nord. Enfin, quelques travaux ouvrent la voie à des recherches du même type dans la zone interpropicale humide en précisant les conditions actuelles de l'évolution de son relief (différences entre le modelé des savanes et celui de la forêt) et la part des reliques des paléoclimats, qui semble particulièrement grande en Afrique.

Les travaux de la section de géomorphologie ont été très suivis et ont fait l'objet de discussions des plus utiles. Elles ont permis de préciser la nouvelle orientation méthodologique de cette discipline, qui revient décidément aux méthodes propres à toutes les sciences de la nature et s'écarte de plus en plus des schémas davisiens qui lui ont été, à notre propre avis, si néfastes. Par là, la géomorphologie apporte une contribution de plus en plus importante à l'étude de la Nature. Elle aide de façon décisive à reconstituer les dernières étapes de l'évolution du Globe, principalement ses vicissitudes climatiques et offre un important élément de description du milieu dans lequel s'élabore le monde vivant.

Ce succès de la géomorphologie a été l'œuvre essentiellement des délégations française, allemande et polonaise. Très souvent,

les géomorphologues français ont dominé les débats, ce qui a contrasté avec l'inefficience de la délégation américaine, cependant fort nombreuse. Faut-il voir là une conséquence de la persistance, aux Etats-Unis, des conceptions davisiennes chez les géographes physiciens ? Nous le penserions volontiers.

Il n'est pas étonnant, dans ces conditions, que les diverses commissions de géomorphologie créées antérieurement aient été maintenues : Commission d'étude des versants, présidée par P. Birot et P. Macar, commission de géomorphologie périglaciaire, dont la présidence, abandonnée par A. Cailleux, est passée à G. Nangeroni (Italie) et H. Poser (Allemagne), commission d'étude des aplanissements autour de l'Atlantique, présidée par F. Ruellan, commission de morphologie karstique, présidée par H. Lehmann (Allemagne). La commission de la zone aride, bien qu'inactive, a été également conservée, à la demande de l'UNESCO (président P. Meigs, Etats-Unis). Une nouvelle commission a été créée, ayant pour objet la géomorphologie appliquée (présidents J.-P. Bakker, Pays-Bas, et J. Tricart). Elle aura pour objet de recenser les recherches de géomorphologie appliquée, d'étudier le moyen de perfectionner les méthodes propres à favoriser le développement et de servir d'expert et conseiller aux organismes internationaux ou nationaux désireux de faire entreprendre des études impliquant une connaissance du milieu géomorphologique. Comme on le voit, le succès de la délégation française s'est concrétisé dans la place très large qui a été faite à nos compatriotes dans les diverses commissions.

A une époque où le rayonnement culturel de la France est si souvent sacrifié, on ne peut que se réjouir des résultats du dernier Congrès international de Géographie. Ils ont montré que, malgré la criante insuffisance de leurs moyens, les géographes français se plaçaient encore au premier rang mondial. Et, cela, justement, dans un des rares pays qui soient encore attachés à notre langue et qui proclament leur communauté de civilisation avec nous.

J. TRICART.

AU CŒUR DE LA MATHÉMATIQUE (suite)

J'ai déjà rencontré, dans une analyse globale d'ouvrages (n° 9-10, pp. 258 à 268), de nombreux thèmes.

10. La richesse des liaisons entre ces champs de recherches se confirme par l'œuvre récente d'un des participants au Colloque de Bruxelles et aux Annales I. F., œuvre maintenant réalisée sous les espèces d'un livre substantiel

Georges de RHAM. — *Variétés différentiables. - Formes, courants, formes harmoniques,* dans les publications de l'Université de Nancago, Act. sc. Hermann, fasc. 1222, un in-8° 16 × 25 de 196 p., Paris, 1955. Prix : 2.000 francs.

La matière de ce livre se lie étroitement au *calcul extérieur*, basée sur des opérations, qui apparaissent dans les éléments avec la notion de *produit vectoriel*, tandis que les *formes différentielles extérieures* s'affirment à propos du changement de variables dans les intégrales multiples où joue la *multiplication extérieure* : structure qui se ramifie dans les formules de *type stockien*, liant à une intégrale prise sur une variété différentiable V_p une autre prise sur sa frontière V_{p-1} ; en prélevant V_n dans un E_n euclidien, ou même à connexion affine, la forme différentielle intervenant sur V_τ en une telle formule est la *dérivée extérieure* de celle qui intervient sur V_{p-1}. Une analogie s'établit ici entre *la dérivation* appliquée aux formes et *le passage à la frontière* (1) appliqué aux champs : toutes deux linéaires, ces opérations donnent zéro comme puissance deux. En topologie algébrique, Poincaré a été amené à introduire les *homologies* entre les champs, et il est donc naturel d'introduire aussi l'*homologie de deux formes* de degré *p*, *réalisée* quand leur différence sur V_n se réduit à la dérivée d'une forme de degré *p*-1 dite à ce titre, *exacte* et supposée régulière. On est ainsi induit vers des problèmes sur les cycles, les nombres de Betti, etc... Or, dès 1931, dans sa thèse (J. Math., p. et appl.) puis en 1935, dans un colloque tenu à Genève, Ens. Math., 35, 1936, p. 213-228), l'auteur prenant la suite de Poincaré (résidus des intégrales doubles, Acta math., 1887) et de Hodge qui avait introduit en 1930 les *formes harmoniques* (cf. E. M., p. 228) avait éclairé ce secteur en y installant, par un processus algébrique, une notion élargie de *courant*. Voici le départ : le cas prototype des *formes différentielles harmoniques* s'obtient dans le plan en scindant un produit tel que

$$(A - iB)\ (dx + idy)$$

dont la partie réelle et la partie imaginaire, dites *formes adjointes* et supposées *exactes*, ont pour produit extérieur $(A^2 + B^2)\ dx\,dy$, ce qui ramène du *métrique*. D'ailleurs, au cas d'une V_n riemannienne, toute forme de degré 2, par exemple, est le produit scalaire PS de l'élément d'aire par un système σ de bivecteurs, assigné en chaque point de V_n, et cela s'étend aux degrés 3, 4... Cela posé, on étend la définition des *formes adjointes*, aux degrés respectifs *p* et *n-p* en remplaçant dans PS l'élément d'étendue d'ordre *p* par l'élément d'étendue d'ordre *n-p*, et le système σ de *p*-vecteurs par celui des (*n-p*)- vecteurs réciproques. Un couple de formes adjointes détient encore *l'harmonicité* (par définition) dans le seul cas où ces formes sont exactes. Cela posé, l'existence d'une intégrale *p*-uple de forme harmonique ayant des périodes données a été déduite par Hodge d'une transposition de la méthode variationnelle pour le problème de Dirichlet. C'est à ce moment que G. de Rham, se plaçant, dans le cas prototype de l'espèce ordinaire, prend une forme

$$\omega = A\,dydz + B\,dzdx + C\,dxdy$$

et lui attache un courant électrique, stationnaire, réparti en *volume*, l'intégrale de ω à travers une pièce de surface $_p$ étant le débit total à travers τ : courant qui est conservatif dès que $_\omega$ est une *forme exacte*. Que ce courant de volume soit maintenant ramené à une répartition de *courants linéaires conservatifs*, suivant des cycles orientés (1 seule dimension) : le processus d'adjonction se réalise ici en s'intéressant dans les conditions indiquées, tant au courant linéaire lié à une forme de degré 1 qu'au courant de volume lié à la forme $_\omega$. Dans une V_n, où le fibrage qui précède induit vers un théorème de dualité de Poincaré, tout cela suggère (intuition de G. de Rham) qu'un champ *p*-vectoriel et une forme de degré *n-p* sont deux aspects d'"une notion hyper-physique, le courant à *p* dimensions.

(1) Cf. BOULIGAND. *Principes de l'Analyse géométrique*, t. II, fasc. A, ch. VI (p. 87-99).

Le titre même du présent livre imposait ces indications liminaires. Cela dit, le sujet traité consiste en un exposé cohérent de la théorie des formes différentielles sur une variété et des formes différentielles harmoniques sur un espace de Riemann. Il a fallu, dans ce but, revenir aux propriétés d'homologie et à la notion solidaire des *chaînes*, avec l'appui de la *notion de courant*. Un élément spécifique est intervenu dans les recherches de l'auteur : ce sont les *distributions* de Laurent Schwartz : les distributions sont des courants de degré zéro et un courant n'est qu'une forme différentielle dont les coefficients sont des distributions.

Toutefois, la lecture du texte n'exige pas cette rencontre, l'auteur ayant limité son exposé aux théorèmes essentiels, avec démonstrations directes, accessibles au bon licencié, instruit des éléments de la topologie, de la théorie des tenseurs et de celle de Fredholm. Entre autres résultats, l'auteur, en utilisant chemin faisant la projection orthogonale dans l'espace hilbertien, établit dans un espace de Riemann analytique, l'analycité des formes harmoniques.

11. Le jeu des échanges E_2, évoqué dès la fin du n° 1 (et renforcé dans ce qui précède par l'échange E_1 exploitant l'idée de courant), est des plus actifs dans le livre de G. de Rham. On mesure l'attention que mérite un philosophe, s'il lui arrive de louer « la richesse du tissu mathématique ! ». Dans le matériel ci-dessus mis en scène, on distingue divers types d'espaces, et la *géométrie différentielle* sous ses aspects les plus récents prend donc un rôle de premier plan. L'occasion est trop belle pour ne pas dire un mot des polymorphismes actuels de cette branche. Pour les traduire en style d'échanges E_2, on peut citer ceux que H. Busemann et A. D. Aleksandrov ont dû accomplir entre des problèmes souvent issus de la géométrie élémentaire d'une part, de la théorie des surfaces d'autre part, et les processus limites donnant une clé de permanence pour certaines propriétés dans les espaces topologiques (1).

L'exubérance des E_2 pouvant intervenir ici atteint son apogée dans diverses recherches récentes faites sur les théories d'inspiration einsteinienne. On en jugera par le magnifique appui qu'apporte dans ce champ le récent ouvrage de

A. Lichnerowicz. — *Théories relativistes de la gravitation et de l'électromagnétisme.* (Un vol. broché de 298 p., dans la coll. G. Darmois, A. L., destinée aux physiciens.) Masson, 1955. Prix : 2.200 francs.

Les E_2 se font ici entre l'étude tensorielle des espaces de Riemann, celles de systèmes non linéaires aux dérivées partielles, la géométrie différentielle globale, et certains schèmes d'une hydrodynamique *sui generis* (2).

Tout récemment, cet ouvrage a trouvé une résonance heureuse dans la thèse de Mme F. Hennequin : étude mathématique des approximations en relativité générale et en théorie unitaire de Jordan-Thiry. On aperçoit ici, dans beaucoup de directions, l'intérêt sans cesse accru de la géométrie différentielle, de ses

(1) Cf. les études pratiques d'accès à la recherche, série des Actualités géom., fasc. 1 : géométrie des distances. Une édition allemande de l'ouvrage, en langue russe, de A. D. Aleksandrov, analysé dans ce fascicule par Kaloujnine, vient d'être éditée par l'Akademie-Verlag, Berlin, 1954.

(2) Une analyse plus détaillée a été donnée de ce livre important au t. LXII de la R. G. S., 1955, p. 376.

problèmes (même les plus classiques) et de ses méthodes rénovées à partir des travaux d'Elie Cartan, que prolongent par exemple les travaux de Ch. Ehresmann. Naturellement, la topologie, le calcul des variations, y jouent un rôle insigne et on peut en dire autant de la théorie de l'intégrale quand on étudie la déformation isométrique. Ce large secteur semble être l'un des plus sensibles aux courants actuels parce qu'il peut être un des plus aptes à informer concrètement de problèmes typiques en analyse non linéaire.

12. Le thème général des équations aux dérivées partielles a encore bien d'autres aspects. Parmi ceux que nous n'avons pu énumérer, citons celui de la *théorie algébrique,* qui s'est construite en exposant la théorie générale *des systèmes de Pfaff* (Goursat, E. Cartan) avec l'appui de l'algèbre moderne, suivant le point de vue systématiquement appliqué par Ritt dans sa *Differential algebra* (Amer. Math. Soc. Colloq, Publ. t. 33, 1950), point de vue dont l'application a été poursuivie par J. Cl. Herz dans sa thèse, Paris, 1954.

A peu de distance, il convient de signaler aussi les travaux faits sous l'inspiration des recherches d'intégration logique, et notamment cette substantielle synthèse :

Georges Heilbronn. — *Intégration des équations aux dérivées partielles du second ordre par la méthode de Drach.* Fasc. CXXIX du Mémorial des Sc. Math., 98 p., Gauthier-Villars, Paris, 1955.

Excellent exposé que l'auteur a eu soin de reprendre à sa base, à partir de la notion des caractéristiques, et de celles concernant les invariants et les involutions. L'attention donnée à la méthode d'Ampère rend naturel le point de vue de Drach.

11 *bis.* Les apports à ces thèmes de géométrie différentielle solidaires de la topologie et qui viennent d'être évoqués étaient déjà nettement esquissés dans la conférence faite en mai 1948 par M. A. Lichnerowicz au Palais de la Découverte. Pour un contact plus étroit avec l'ensemble de ces questions, le texte de cette conférence s'impose. Il est aussi un heureux prélude au tout nouveau livre de cet auteur :

A. Lichnerowicz. — *Théorie globale des connexions et des groupes d'holonomie* (Monog. math. publiées par le Consiglio nazionale delle Ricerche, Rome, 1956). Un vol. in-8 relié de 282 p. 15 × 21. Ed. Cremonese, Rome, et Dunod, Paris. Prix : 4.000 lires.

Pour introduire à la géométrie différentielle globale, en supposant connues les notions classiques et les groupes de Lie, l'auteur après avoir étudié les variétés différentiables et les formes différentielles extérieures, puis rappelé la notion du groupe de Poincaré (C. R. oct. 1882) expose une théorie générale des groupes d'holonomie et de la courbure, à partir d'une étude globale des connexions à laquelle ont contribué ces temps derniers de nombreux travaux.

On y retrouve avec divers types de formes (cas harmonique, cas de la dérivée coviariante nulle) des applications aux variétés complexes et presque complexes. Il y a là un terrain de choix pour les chercheurs.

13. On ne saurait ici oublier les *équations différentielles ordinaires*. Il est certes malaisé d'y réaliser une vaste synthèse en donnant par exemple libre cours aux échanges *topologico-dynamiques*. Je me borne donc à signaler deux livres intéressants à divers titres.

Jules Haag. — *Les mouvements vibratoires*, tome II, préfacé par Jean Chazy. Un in-16 jésus de 253 p. avec fig., dans la Coll. Euclide, aux P. U. F., Paris, 1955. Prix : 1.600 francs.

Paru en octobre 1952, et consacré aux systèmes à un degré de liberté, le tome I a été signalé ici-même. Malgré la mort de l'auteur survenue en février 1953, le tome II est un riche répertoire, où l'auteur allie de nouveau le souci du concret dans le champ de la mécanique et dans celui de l'électricité, avec celui de la rigueur. Si la direction de l'Institut de Chronométrie de Besançon fournit ici à Haag des thèmes nombreux (synchronisation des systèmes à plusieurs degrés de liberté), elle n'est pas la seule source d'inspiration, puisque le gyroscope d'une part, les voitures automobiles d'autre part, sont à l'avant-scène. On remarque d'importants développements mathématiques sur la stabilité dans les cas linéaires ou non, les problèmes de couplage. L'auteur n'a pu, comme il l'espérait, écrire deux chapitres, l'un sur les bateaux l'autre sur les avions. Mais il laisse une base très stimulante pour les jeunes chercheurs.

F. J. Murray et K. S. Miller. — *Existence theorems for ordinary differential Equations*. Un vol. cartonné de 154 pages 15 × 23, New-York University Press. Prix : 5 dollars.

Après avoir introduit à la question avec l'appui de ses aspects historiques, les auteurs développent un exposé qui s'oriente suivant les voies ordinaires propres au champ réel, mais en insistant sur les équations ou systèmes tels que :

$$(e)\ f(x, y, y') = 0 \text{ ou } (s)\ g(x, y, y', z, z') = h(x, y, y', z, z') = 0$$

méritant l'épithète : *implicites* ; en insistant aussi, dans le cas explicite et dans le cas implicite, sur les *conditions d'unicité*. A côté des méthodes suivies par Peano, ils donnent aussi la méthode itérative de Picard. Un grand soin est apporté à préciser les propriétés des solutions, en dépendance des conditions initiales ou des paramètres figurant dans l'équation, et dans les conditions spéciales s'y prêtant, à établir l'analyticité des solutions. Le dernier chapitre traite des équations et systèmes linéaires, en mettant en valeur le rôle du wronskien et celui de la fonction de Green, propice aux propriétés suscitées par la présence des paramètres ; en utilisant aussi la notion matricielle et donnant des idées précises sur le théorème de Jordan et le groupe de monodromie.

Synthèse simple et affinée dans tout le champ qu'elle embrasse.

De nombreux travaux, citons par exemple ceux de MM. Littlewood, Minorsky en divers périodiques (voir avec Math. Reviews, les Comptes Rendus en ces dernières années) indiquent des possibilités de haut intérêt. Le caractère parfois un peu inégal des résultats obtenus ne peut manquer d'appeler des groupes de chercheurs à reprendre ces questions d'une manière méthodique, avec l'appui d'une bibliographie globale (1).

(1) Dans ce répertoire, les cours de Maurice Janet dans la chaire de Mécanique Céleste, édités par le C. D. U. (un fasc. sur les *invariants intégraux*, un fasc. sur la *stabilité*) ont leur place toute indiquée.

L'importance des deux ouvrages ci-dessus est hors de cause, pour qui sait mesurer l'organisation de tout un matériel de recherches, déjà fort avancée dans le premier, et l'excellence synthétique du second, dans le secteur restreint que ses auteurs ont choisi. Mais, c'est un fait : il est actuellement difficile, en cette vaste branche, d'aller au-delà des monographies. C'est ce que reconnaît R. Belmann, qui traitant de la *stabilité des équations différentielles* dans un livre signalé ici (t. LXI, p. 54), écarte délibérément la partie du sujet relative aux *solutions périodiques* dans le cas non linéaire. Une connaissance réaliste de telles questions prises en bloc, capable de se concrétiser en un exposé global, serait le fait d'un nouveau Poincaré. Les aspects longtemps ignorés et déjà soumis à une analyse profonde, par l'auteur des *Méthodes nouvelles de la Mécanique céleste*, ont été suivis d'importants travaux, appelant l'appui de la Topologie : étude des géodésiques des surfaces à courbures opposées (J. Hadamard), recherche de théorèmes de points fixes pour certaines transformations ponctuelles (George D. Birkhoff), analyse définitive des caractéristiques du tore (A. Denjoy), recherche de résultats globaux en calcul des variations (Marston-Morse). Les échanges se continuent avec ardeur mais peut-être faudra-t-il encore du temps pour approcher en pareille matière du fini dont Frédéric Riesz et son disciple nous ont donné l'exemple. On note cependant la force acquise par certaines tendances : physionomie plus élémentaire donnée à des problèmes étendus, comme celui des géodésiques en certaines classes d'espaces, cela dans le style des travaux de H. Busemann et A. D. Aleksandrov. Mais un gros obstacle subsiste : il faudrait rallier les cas d'espèce (équations non linéaires à coefficients numériques, placés devant fonctions du répertoire) à des théories générales du genre précédent, et c'est là que piétine le dialogue entre le pur théoricien et l'usager.

Parmi les travaux en cours, citons à titre d'exemple ceux de Littlewood et Cartwhright, Minorsky, Pontrjagin, Sansone, auteurs grâce auxquels on retrouvera la trace d'autres études dans les recueils bibliographiques spécialisés *Mathematical Reviews* et *Zentralblatt für Mathematik*. L'âpreté même du sujet doit être un stimulant et susciter le zèle de jeunes équipes, attentives à s'informer des publications, à recueillir les idées nouvelles, qu'elles émanent de la Mécanique céleste (1), de la Géométrie différentielle ou de la Topologie. Pour lecture de soutien, on pourra revenir aux recherches du regretté Henri Dulac, dont Gaston Julia, en une notice récente (2), a souligné la haute valeur.

(1) A ce propos, signalons les cours, édités au C. D. U., de Maurice Janet dans la chaire de Mécanique céleste :

a) sur les *invariants intégraux* ;

b) sur la *stabilité*.

(2) Comptes rendus de l'Académie des Sciences.

14. Les équations différentielles sont inséparables de la théorie des fonctions analytiques et ceci vient mettre à l'avant-scène un fascicule récent d'un livre important publié sous la direction de M. Gaston Julia :

H. Milloux et Ch. Pisot. — *Traité de théorie des fonctions*, tome I : Principes, méthodes générales, fasc. 2. Gauthier-Villars, Paris, 1956.

On ne peut mieux situer cet ouvrage qu'en le présentant comme la synthèse souhaitée par Emile Borel, quand il avait fondé sa collection de monographies sur la théorie des fonctions. Après avoir traité des fonctions spéciales (elliptiques, eulériennes), des fonctions rencontrées par Mittag-Leffler et Riemann, des fonctions algébriques, le nouveau fascicule s'oriente vers la théorie des équations différentielles, qui à la suite des théorèmes d'existence est mise en relations avec des thèmes assez récents (calcul symbolique, valeurs propres, polynômes orthogonaux). L'ouvrage se termine par un chapitre sur les équations différentielles usuelles qui gravitent autour de l'équation hypergéométrique de Gauss, conduisant ainsi aux fonctions de Legendre et de Bessel.

⁂

15. De l'examen qui précède, peut-on maintenant tirer des conclusions ?

Une première remarque se dégage : l'extrême diversité des sujets dont chacun peut au premier abord mériter le titre de *constituant mathématique*. Ces sujets peuvent, il est vrai, s'agréger à la théorie générale des ensembles, et cela dans un style qui tend vers le *style purement formel*, dont on s'approche d'ailleurs plus qu'on ne le réalise. Mais une chose résulte de cette tendance, c'est le désir progressif d'isoler les *rouages relationnels*, et ce désir élimine peu à peu ce qui donnait à chaque thème *Th* ses *aspects*, en les situant par rapport à ceux de thèmes susceptibles, à tel ou tel point de vue, d'être confrontés avec *Th*. Et cette déspécification suggère l'idée d'un *relativisme*. Comment un repère absolu s'offrirait-il, si l'on songe que « le formalisme », conçu sans restriction, et je le pense, sans césures, est une *utopie*, faute de pouvoir couper les *dernières connexions psychologiques*, toujours plus ténues, plus effacées, mais cependant présentes jusqu'à l'extrême limite ?

Discuter sur la position d'un constituant mathématique, entre beaucoup d'autres ne peut ainsi conduire à des résultats pertinents qu'en précisant la demande par des conventions annexes. Le *groupe* s'est d'abord annoncé avec Galois, comme un outil valable en théorie des équations algébriques. On s'en tenait alors au groupe des substitutions. Puis avec Sophus Lie, le

groupe, conçu comme ensemble de transformations, s'est affirmé guide essentiel pour la théorie des équations différentielles, ordinaires ou partielles ; et avec Félix Klein, son étude en ce sens est apparue la meilleure voie d'accès aux géométries pouvant se rattacher à celle de l'espace projectif (en somme, les plus usuelles). Pareillement, *anneaux, corps, idéaux* ont connu d'abord une efficacité restreinte, s'exerçant en théorie des nombres algébriques. Et l'organisation des champs opératoires, rapportés à la théorie des ensembles, a conféré à ces notions un rôle de base. Ainsi s'est affirmée l'idée des *structures fondamentales*, d'abord en algèbre, puis en topologie. La place centrale qui leur revient est indéniable, étant toutefois entendu qu'on s'intéresse à la *Mathématique*, en tant que *science pure*, c'est-à-dire recherchant avec la logique les contacts les plus étroits possibles. Lorsqu'on énonce (cf. n° 6) que tel ouvrage fournit l'*exposé définitif d'une partie cohérente et centrale* de l'Analyse, cela signifie que cet exposé apparaît, avec ses structures spécifiques, au sens que font pressentir les lignes précédentes. Et la reconnaissance des apports de Lebesgue, Denjoy, qui ont assuré les organes essentiels de la théorie de l'intégrale, et ainsi permis les développements généraux sur les opérations linéaires, par F. Riesz, S. Banach, et autres géomètres, apports devenus des piliers, cette reconnaissance, dis-je, ne saurait être remise en cause, dans la Mathématique considérée comme science pure.

Qu'on revienne maintenant au matériel d'ouvrages des pages précédentes et il apparaîtra que les productions mathématiques sont souvent appréciées en raison de la fécondité qu'elles présentent dans les champs concrets. Cette dernière épithète est d'ailleurs relativiste, si l'on songe que la Mécanique rationnelle, chez beaucoup d'auteurs, est fort loin de la réalité, et qu'alors, elle est seulement moins abstraite que diverses recherches de théorie des ensembles. Le point de vue choisi peut en ce cas être schématisé comme suit : ayant dressé une liste de champs d'applications, on examine les contiguïtés de techniques mathématiques $0_1,...0_2,...0_n$, avec ces divers champs et l'on *cote* θ_i, d'après le nombre des connexions de ce genre.

Ainsi présentées, les choses paraissent assez *banales*. Toutefois, ces remarques, alignées sur l'idée de relativisme, n'épuisent pas l'étude du thème :

Au cœur de la Mathématique.

En effet, ce titre n'implique pas d'une manière exclusive la place incertaine qui convient, dans une synthèse assez large, et d'ailleurs, en lente, mais incessante évolution, à tel ou tel constituant.

On aperçoit aussi d'autres questions, par exemple, en précisant comment se présente, dans les théories rapidement évoquées

dans ce qui précède, la tendance plus ou moins nette à la *simplicité* propre à certaines méthodes. Là, trouverait-on peut-être un genre d'étude où des rapprochements entre la Mathématique, science pure, et la Mathématique, science objectivée, serait possible. J'espère y revenir.

Le présent article termine dans la revue un cycle où l'ont précédé, outre des chroniques, les deux études intitulées :

I - Théories et jeux, aspects et tendances, t. LXI, 1954.

II - Perspectives mathématiques, t. LXII, 1955.

Faisant suite à une publication de la *Revue philosophique* (oct-déc. 1953), ce cycle peut aider à faire le point sur les principaux courants de la pensée déductive vers le milieu du XX^{e} siècle. A ce titre, les regards se sont surtout portés vers l'Analyse fonctionnelle. Pour un historique de cette branche, voir les thèses et ouvrages fondamentaux de MM. Fréchet et Paul Lévy. Le livre de Riesz et Nagy souligne aujourd'hui l'important rôle du thème *prolongement des fonctionnelles* (cf. Fréchet, espaces abstraits, bibliog., p. 287, premier tiers ; pages choisies d'Analyse générale, p. 71-90). D'autre part, les progrès de l'Analyse fonctionnelle linéaire ont été favorisés par les efforts d'extention progressive du principe de Dirichlet, dont l'influence s'est transmise à la Mathématique dans son ensemble. Ayant eu l'occasion d'y prendre intérêt direct, j'indique ici un type de questions dont on mesure les progrès à partir des publications suivantes : Bull. Sc. Math., 2, XLVIII, 1954, p. 245-256 ; Mém. Sc. Math., fasc. IX, 1926 ; Journ. Math., 9, VII, 1928, p. 93-111, lesquelles ont suscité les recherches évoquées par J. Deny, Rev. Sc., 1947, p. 866-872, et par Marcel Brelot, Ann. Univ., Grenoble, XXIII, 1948, p. 113-138. Ce courant, encore accru dans les six tomes, commentés en ce qui précède, des *Annales* de l'Institut Fourier, aboutit aujourd'hui, avec Marcel Brelot, à une synthèse axiomatique très ample, qui, par recours à la topologie de R. S. Martin, englobe d'une manière naturelle dans les extensions du principe de Dirichlet, celles où prennent place des fonctions harmoniques pouvant, sous certaines conditions, comporter des valeurs infinies à la frontière (exposé donné par M. Brelot à la Société Mathématique de France, 16 janvier 1956). C'est là une innovation des plus hardies en Analyse fonctionnelle linéaire.

Georges Bouligand.

La 6e Conférence de la Section Continentale Européenne du Comité International pour la protection des Oiseaux

(Beetsterzwaag, Frise, Hollande, Juin 1955)

La Section européenne du Comité international pour la Protection des Oiseaux (CIPO) a tenu sa 6e conférence du 3 au 7 juin 1956 en Frise, sur l'initiative de la section néerlandaise. Un ordre du jour particulièrement chargé attendait les délégués d'une douzaine de nations, sans compter ceux de l'International Wildfowl Bureau, du Conseil international de la Chasse et de l'Union internationale des Sciences biologiques.

Parmi les questions qui furent traitées lors de cette session figuraient en particulier les rapports sur la ratification de la Convention de Paris de 1950. Cinq pays ont déjà souscrit officiellement à cette convention en l'incorporant à leur législation : Belgique, Espagne, Islande, Pays-Bas, Suisse. Il est à souhaiter que les autres nations ratifient rapidement cette convention qui assurera une protection de l'avifaune beaucoup plus efficace que celle que permettent les textes en vigueur dans les pays non signataires, et en particulier en France. Une série de vœux émis par la Conférence concernant des tolérances qui ne seraient abolies que progressivement devrait faciliter cette ratification en évitant de supprimer trop brutalement des usages depuis longtemps établis bien que contraires à l'esprit et à la lettre de la nouvelle charte.

Une autre question particulièrement importante évoquée à ce congrès fut la protection à accorder aux oiseaux migrateurs et spécialement à la sauvagine pendant des périodes de froid exceptionnel et de longue durée, telle que celle que l'on observa en février 1956. Les vagues de froid successives qui s'abattirent sur l'ouest européen y rabattirent la quasi-totalité du « gibier d'eau » et en particulier des Palmipèdes, Canards et Oies, dont on observa d'énormes concentrations aux Pays-Bas, en Belgique, en Angleterre et en France. La mortalité par les effets directs du froid furent considérables. Mais des abus furent observés un peu partout, et malheureusement surtout en France, des prétendus « chasseurs » ayant contribué à décimer des oiseaux déjà gravement affaiblis par le manque de nourriture et les basses températures. Aussi le CIPO émit-il un vœu particulièrement important : celui que dans chaque pays la législation de la chasse devint assez souple pour que la fermeture de la chasse puisse être décrétée immédiatement dès l'arrivée d'une période de froid rigoureux et pendant toute la durée de celle-ci. Le stock reproducteur est ainsi protégé au maximum, sans que les hommes contribuent à la ruine de

populations aviennes déjà éprouvées par les effets directs du climat. Ce vœu est particulièrement important pour notre pays, car il vient renforcer la position prise par le Conseil supérieur de la Chasse, dont les efforts courageux en vue d'une exploitation rationnelle du cheptel sauvage ont d'ailleurs été appréciés par nos collègues étrangers.

Parmi les autres questions débattues figurent celle des insecticides, souvent insuffisamment étudiés avant d'être employés à grande échelle, et celle de la pollution des eaux de mer par déchets mazoutés. Les délégués prirent enfin connaissance de rapports concernant les variations numériques de certains peuplements d'oiseaux, Cigognes Alouettes, Cailles, Bernaches, Cravants, d'un réel intérêt quant à l'étude de la dynamique des populations.

Dans l'ensemble, les résultats obtenus à Beetsterzwaag furent largement positifs. Une conférence d'une portée restreinte comme celle qu'organise le CIPO permet sans doute l'action la plus efficace dans le domaine de la protection. Ajoutons que le succès incontestable de cette réunion est dû en grande partie à la parfaite organisation par les soins de la section néerlandaise du CIPO dont on louera par ailleurs l'excellent travail effectué en Hollande quant à la protection des oiseaux.

Jean Dorst

NOMIMATIONS

PARIS :

M. WIEMANN, Professeur à titre personnel, est nommé dans la chaire de Chimie organique structurale (création).

M. TRILLAT, Professeur à titre personnel, est nommé dans la chaire de Microscopie et Diffraction électronique (création).

M. JOST, Professeur à titre personnel, est nommé dans la chaire de Physiologie comparée (dernier titulaire : M. Robert Lévy).

M. MOYSE, Chargé de recherches au C.N.R.S., est nommé Maître de Conférences de Physiologie végétale.

M. VILLE, Maître de Conférences des facultés des départements, est nommé Maître de Conférences d'Econométrie à la Faculté des Sciences.

M. LAMOTTE, Professeur à Lille, est nommé Maître de Conférences de Zoologie (E.N.S.) (emploi créé).

M. FRIEDEL est nommé Maître de Conférences de Physique (poste créé).

M. BRICARD est nommé Maître de Conférences de Météorologie (poste créé).

Mme LELONG-FERRAND, Professeur à Lille, est nommée Maître de Conférences de Mathématiques (E.N.S. féminine) (emploi créé).

Mme DUBREIL-JACOTIN, Professeur à Poitiers, est nommée Maître de Conférences de Mathématiques (préparation à l'agrégation féminine) (emploi créé).

M. CASTAING, Maître de Conférences à Toulouse, est nommé Maître de Conférences de Physique générale, en remplacement de M. Lucas.

M. RIOU est nommé Chef de Travaux de Physique nucléaire.

Mme COLSON-GUASTALLE est nommée Chef de Travaux de Biologie physico-chimique.

M. RAVIER est nommé Chef de Travaux de Pétrographie.

MM. WURMSER, LAUGIER et PRUVOST, Professeurs à la Faculté des Sciences, et **M. FABRE,** Professeur à la Faculté de Pharmacie, sont promus à la classe exceptionnelle.

PARIS (C.N.R.S.) :

M. CHAMPETIER, Professeur à la Faculté des Sciences, est nommé Directeur honoraire du C.N.R.S.

Bureau des Longitudes pour 1957 :

M. CABANNES, Président, le **R.P. LEJAY,** vice-président, **TARBY,** secrétaire.

Aix-Marseille :

M. CARPANT est nommé titulaire de la chaire de Chimie M.P.C.

M. SAVIDAN, Maître de Conférences à Tunis, est nommé Maître de Conférences de Chimie.

Alger :

M. GARRIGUES, Maître de Conférences, est nommé titulaire de la chaire de Botanique agricole et expérimentale.

(Voir suite p. **28.**)

OU EN EST L'ACCÉLÉRATEUR GÉANT DU CERN ?

Edouard REGENSTREIF, Docteur ès Sciences
Organisation Européenne pour la recherche Nucléaire, Genève

La structure administrative et les buts scientifiques du Centre Européen de Recherches Nucléaires ont fait l'objet de plusieurs publications (*). Nous essaierons d'esquisser ici le travail accompli dans ce laboratoire international en relation avec l'étude et la construction de la grande machine accélératrice. Nous ferons précéder cet exposé d'une description sommaire des principes de fonctionnement des machines accélératrices cycliques ainsi que d'une revue très succincte des principaux accélérateurs actuellement en projet ou en fonctionnement.

I. Les machines accélératrices circulaires.

Pour explorer la nature des forces qui maintiennent assemblés les constituants du noyau atomique, on est conduit à les démanteler en les bombardant avec des projectiles élémentaires : protons, électrons, etc. A cet effet, il est nécessaire de porter ces particules à une très haute énergie de manière à pouvoir sonder profondément les noyaux atomiques. Une course aux énergies élevées s'est ainsi instituée depuis quelques années. Ses progrès ont été marqués récemment par des découvertes spectaculaires : méson artificiel, proton négatif, etc.

Les machines accélératrices circulaires occupent une place de choix dans l'artillerie nucléaire. Découvertes dès 1930, leur développement s'est constamment poursuivi au cours des dernières décennies. Chronologiquement, trois étapes peuvent être distinguées dans l'évolution de ces machines, correspondant chacune à l'apparition d'un principe nouveau.

1930. *Découverte du principe de l'accélération périodique.*

Réduit à sa plus simple expression, ce principe consiste dans l'application répétée d'impulsions convenables à un groupe de particules élémentaires chargées.

L'on sait qu'une particule chargée en mouvement dans un champ magnétique uniforme et possédant une vitesse normale aux lignes de force de ce champ décrit un cercle. On peut montrer que si la masse

(*) Voir, par exemple, *Atomes*, juillet 1955.

de la particule, sa charge et le champ magnétique sont constants, la vitesse angulaire de la particule est constante et indépendante du rayon et de la vitesse. En fait :

$$\omega = \frac{eH}{m} \qquad (1)$$

H étant l'intensité du champ magnétique, e la charge de la particule, m sa masse et ω sa vitesse angulaire de rotation. Exprimé en d'autres termes, si la vitesse de la particule augmente (en raison des impulsions accélératrices) le rayon de l'orbite augmentera proportionnellement et le temps nécessaire pour effectuer un tour complet restera inchangé.

Dans le premier accélérateur circulaire, appelé cyclotron, le principe de l'accélération multiple est mis en œuvre de la manière suivante. Entre les pôles d'un puissant électro-aimant (H = 15.000 — 20.000 gauss) on place une chambre à vide contenant deux électrodes semi-circulaires appelées dés (fig. 1). Une différence de potentiel alternative de fréquence f est appliquée à ces électrodes. Au centre de l'appareil se trouve une source d'ions (protons, deutons, particules α, etc.) émettant des particules de faible vitesse. Ces particules sont accélérées à chaque passage dans le champ électrique, c'est-à-dire dans l'interstice pratiqué entre les dés, et sous l'influence du champ magnétique, décrivent des cercles à l'intérieur des dés. Si la fréquence de la tension alternative est choisie de façon à correspondre exactement à ω, vitesse angulaire de rotation de la particule ($f = \frac{\omega}{2\pi}$) celle-ci sera correctement accélérée dans l'interstice et ce processus se répétera périodiquement. Energie et vitesse de la particule s'accroîtront par conséquent et le rayon de l'orbite augmentera jusqu'à ce que la trajectoire atteigne le bord de l'appareil. L'énergie de la particule est alors utilisée pour bombarder des cibles placées soit à l'intérieur de la chambre à vide, soit à l'extérieur de celle-ci.

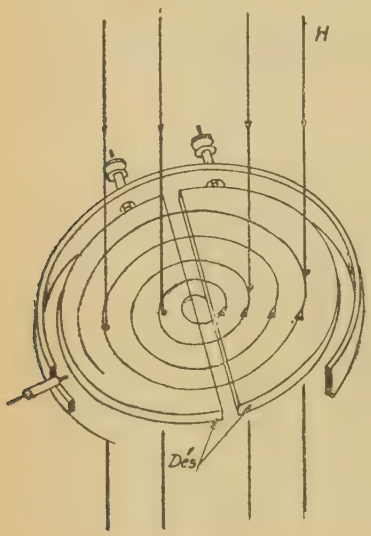


Fig 1

Le premier cyclotron, construit par E. LAWRENCE (U.S.A.) en 1930 avait un diamètre de 6 cm environ et permit d'accélérer des protons à 80 keV. Une centaine de cyclotrons sont actuellement en

service dans le monde. Les énergies atteintes avec cet appareil sont de l'ordre de 40 MeV (millions d'électron-volts) et le diamètre maximum de 4,5 m environ.

On peut montrer que l'énergie maximum atteinte est conditionnée par le produit $H \times R$, H étant l'intensité du champ magnétique de guidage et R le rayon des pièces polaires de l'électro-aimant. Pratiquement une valeur limite est imposée à H (aux environs de 18.000 gauss) par le phénomène de saturation magnétique si bien que l'énergie d'un cyclotron est souvent caractérisée par le diamètre de ses pièces polaires.

Une limitation naturelle aux performances du cyclotron est constituée par l'accroissement relativiste de la masse de la particule aux énergies élevées. Il se trouve en effet qu'aux vitesse mises en jeu ici, les particules obéissent à la dynamique d'EINSTEIN et non à celle de NEWTON si bien que l'équation (1) revêt la forme :

$$\omega = \frac{eHc^2}{M_0c^2 + T} \qquad (2)$$

m_0 étant la masse au repos de la particule et T son énergie cinétique. Il résulte de cette relation que la vitesse angulaire de la particule décroît lorsque son énergie cinétique augmente ce qui a pour conséquence un décalage en phase de la particule par rapport à la tension d'alimentation des dés. Un petit retard se produira à chaque accélération et l'accumulation de ces retards sur un grand nombre de tours se traduirait par une accélération de plus en plus faible jusqu'au moment où la particule arriverait en opposition de phase auquel cas elle perdrait en énergie. Il résulte de ce qui précède que le nombre de tours que la particule effectue dans la machine doit être limité ce qui entraîne la nécessité, pour une énergie finale donnée, d'augmenter la dose d'accélération imprimée à la particule à chaque tour, c'est-à-dire la tension d'alimentation des dés. Les problèmes technologiques (tenue des électrodes sous tension) qui se posent alors deviennent rapidement insolubles.

On pourrait croire qu'en faisant croître le champ magnétique du centre vers la périphérie de l'aimant, de manière à maintenir constant le rapport $\frac{H}{m}$, suffirait à surmonter l'obstacle relativiste. En fait, il n'en est rien. La croissance du champ pourrait, il est vrai, être obtenue facilement par un profilage convenable des pièces polaires. Cette solution n'est toutefois pas acceptable pour des raisons ayant trait à la focalisation des particules. En effet, le chemin parcouru par celles à l'intérieur de la chambre à vide est de quelques centaines de mètres dans les cyclotrons courants et d'infimes perturbations seraient capables de jeter les particules contre les parois des dés si la machine n'était pourvue d'un dispositif de focalisation adéquate. Celle-ci est précisément obtenue en faisant décroître le champ magnétique du centre vers la périphérie ; les forces de rappel possèdent alors des composantes qui dirigent les particules vers le plan médian de l'aimant. Ainsi

non seulement n'est-il pas possible de compenser l'accroissement relativiste de la masse par un accroissement du champ magnétique du centre vers la périphérie, mais encore est-on obligé de faire décroître le champ magnétique dans la direction indiquée pour assurer la conservation du faisceau. Nous reviendrons avec plus de détails sur le mécanisme de la focalisation des particules. Nous nous contenterons de conclure ici que l'accroissement relativiste de la masse et les impératifs de la focalisation imposent une limite pratique au fonctionnement du cyclotron qui, il est vrai, peut être reculée jusqu'à un certain point par l'utilisation de tensions élevées.

1945. *Découverte du principe de la stabilité de phase.*

Ce principe qui permit de surmonter l'obstacle relativiste du cyclotron fut proposé en 1945 simultanément par E. M. Mc MILLAN (U.S.A.) et V. VEKSLER (U.R.S.S.).

L'inspection de la formule (2) montre que même lorsque la masse de la particule augmente, il est possible de la maintenir en synchronisme avec la phase de la tension alternative d'accélération à condition de faire varier la fréquence de celle-ci. A une augmentation de la masse de la particule on fera donc correspondre une diminution de la fréquence. La principale contribution de VEKSLER et Mc MILLAN fut de montrer que dans le cas du cyclotron il n'était pas nécessaire d'assurer une correspondance précise et sévère entre la masse de la particule (ou son énergie) et la fréquence de la tension alternative (ce qui eut entraîné un véritable asservissement entre la période de révolution instantanée et la période d'excitation) mais qu'on pouvait se contenter d'une programmation approchée.

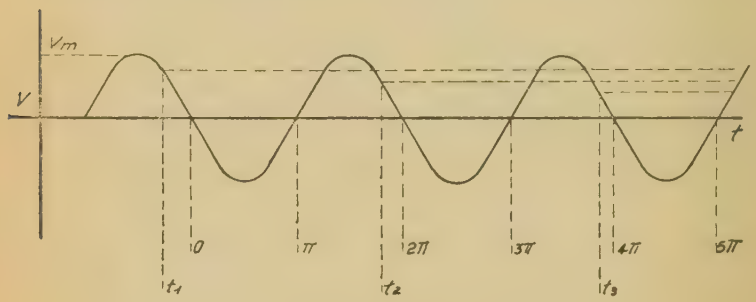


Fig 2

La mise en jeu du principe de la stabilité de phase se traduit pour les particules qui ne sont pas en synchronisme strict avec l'excitation par des oscillations qui peuvent être décrites à l'aide d'un mécanisme physique simple (fig. 2). Une particule traversant l'interstice accélérateur à la phase φ_0 lorsque le champ électrique devient retar-

dateur en passant par zéro est indiquée par $0{,}2\pi$, etc. sur l'axe des temps. Pour cette particule il n'y aura ni gain ni perte d'énergie ; elle continuera à tourner à vitesse constante sur la même orbite. Pour voir que cette trajectoire est stable considérons une particule traversant l'interstice à un instant antérieur, tel que t_1. Cette particule sera évidemment accélérée, son énergie augmentera et en vertu de la formule (2) sa vitesse angulaire diminuera. Il en résulte que la particule sera légèrement retardée pendant les traversées successives de l'interstice, les instants de passage correspondant à t_2, t_3 (fig. 2). Ce processus continuera jusqu'à ce que la particule traverse l'interstice à la phase zéro. L'excès d'énergie accumulé par la particule la fera alors passer du côté des phases négatives et la situation sera renversée ; la particule perdra de l'énergie, sa vitesse augmentera et elle reviendra à la phase zéro. L'effet total de cette migration peut donc être décrit par une oscillation de la phase de la particule par rapport à la phase de la particule non perturbée pour laquelle les fréquences (électrique et angulaire) sont en coïncidence exacte. Ces oscillations de phase seront accompagnées d'oscillations en énergie autour de la valeur moyenne de celle-ci et finalement puisque le rayon de l'orbite dépend de l'énergie des oscillations radiales seront également engendrées. On peut remarquer que les particules traversant l'interstice aux phases π, 3π, etc... sont en équilibre de phase instable. Une perturbation infinitésimale agissant sur une telle particule aura pour conséquence soit une augmentation constante soit une perte constante d'énergie ; la particule décrochera en phase et sera perdue. Le calcul montre que les oscillations de phase (appelées également synchrotroniques) possèdent des fréquences lentes (plusieurs dizaines à plusieurs milliers de révolutions par cycle synchrotronique) et s'effectuent autour d'une phase d'équilibre (fig. 3). La particule (ou plutôt son point représentatif) se déplace le long de la courbe, gagnant de l'énergie d'un côté, perdant de l'autre et augmentant en moyenne son énergie de V_e, V_e étant la valeur de la tension alternative d'accélération correspondant à la phase d'équilibre. L'accroissement de l'énergie en fonction du temps peut également être représenté par une courbe effectuant des oscillations autour d'une droite moyenne, de pente positive (fig. 4).

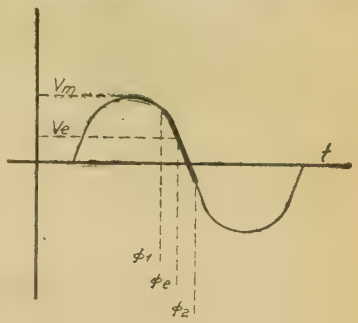
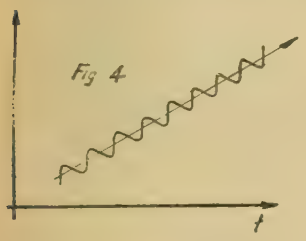


Fig 3



Pratiquement, la mise en œuvre du principe de la stabilité de phase peut se faire soit sous la forme d'une variation dans le temps du champ magnétique soit par le procédé de la modulation de fréquence. Si l'on fait décroître doucement la fréquence, les particules resteront accrochées en phase et le rayon de l'orbite et l'énergie augmenteront à un rythme déterminé par la modulation de la fréquence. C'est le principe du synchrocyclotron utilisé dans l'accélération des particules lourdes. Un résultat analogue est obtenu lorsque l'on fait croître lentement le champ magnétique. L'augmentation du champ peut alors être considérée comme une perturbation infinitésimale à laquelle les particules s'adaptent en vertu de la stabilité de phase. C'est le principe du synchrotron employé initialement pour l'accélération des électrons.

L'application du principe de la stabilité de phase à la construction des machines accélératrices comporte un certain nombre d'avantages outre la possibilité d'atteindre des énergies élevées. La construction et le fonctionnement du synchrocyclotron s'avèrent considérablement plus simples que ceux du cyclotron. La variation relativiste de la masse étant compensée par la modulation de fréquence, la nécessité d'opérer avec un petit nombre de révolutions n'existe plus. Il en résulte que la tension H.F. d'alimentation qui représente essentiellement la dose d'accélération par tour peut être maintenue faible (quelques kilovolts) ce qui entraîne une simplification notable dans sa réalisation pratique. En outre, la tenue des électrodes à la tension étant améliorée, l'entrefer peut être rendu plus petit, ce qui, pour une énergie donnée, simplifie la construction de l'électro-aimant et de son équipement d'excitation. Un seul dé s'avère suffisant puisque l'on renonce à l'accélération rapide des particules, etc. La fig. 5 montre le synchrocyclotron de Berkeley qui avec ses 4,5 m de diamètre polaire est l'un des plus grands du monde. Une machine de ce genre, capable d'accélérer des protons à 600 millions d'électron-volts est actuellement en construction au CERN.

Le principe du synchrotron à électrons a permis d'améliorer considérablement les performances d'une autre machine, appelée bétatron, conçue par R. WIDEROE et mise au point par D. KERST. Dans cette machine l'accélération des électrons est obtenue à l'aide d'un champ électrique engendré par la variation rapide d'un champ magnétique d'un électro-aimant feuilleté. Le rayonnement des électrons accélérés impose un plafond de 300 MeV au bétatron. En complètant la phase opératoire « bétatronique » par une accélération H.F. « synchrotronique » on peut pousser le plafond jusqu'à des énergies de l'ordre du milliard d'électron-volts.

Le prix que l'on doit payer pour les avantages que procure le principe de la stabilité de phase réside dans une réduction substantielle de l'intensité du faisceau accéléré. En effet, la capture des particules ne peut plus se faire que sous forme de groupes ou paquets et ne peut avoir lieu que pendant la faible fraction du cycle d'accélération qui correspond à l'intervalle d'injection. Le faisceau final se présente alors sous la forme d'un jet discontinu dont l'intensité moy-

Fig. 5

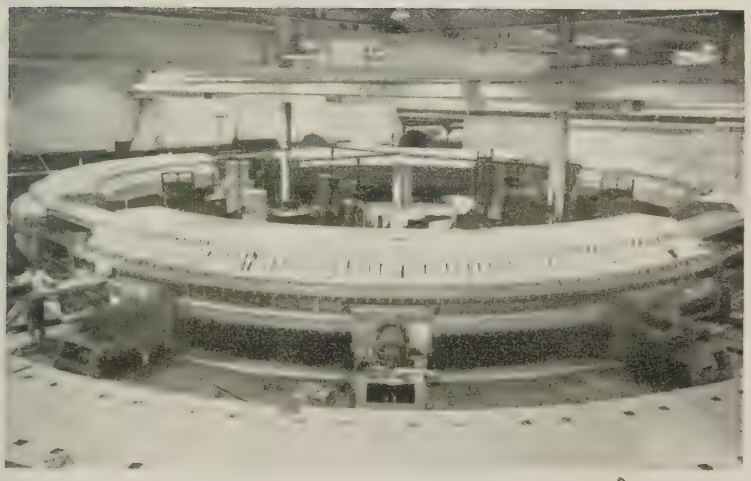


Fig. 9

LA GALERIE DES GRANDS MAITRES

vous présente

Les REPRODUCTIONS-TOILE sous BREVET TREMOIS-DE MUNTER

Nous sommes heureux de présenter aux lecteurs de la **Revue Générale des Sciences** une sélection des meilleures reproductions des chefs-d'œuvre de la peinture.

Ces reproductions entoilées sont exécutées à l'aide d'un procédé récemment breveté donnant à la reproduction sur papier la matière et la texture qui, jusqu'à présent, étaient le seul handicap à la perfection dans l'art de la reproduction. C'est désormais le **tableau lui-même,** reproduit sur une toile de peintre, monté sur châssis, et restituant les moindres touches de l'original, que vous avez devant les yeux.

Chaque reproduction-toile est présentée dans un cadre de luxe, en harmonie avec le tableau.

MONET. Les Coquelicots.

BON DE COMMANDE N° 1 à retourner à ARTS, LETTRES ET TECHNIQUES
1, place Paul-Painlevé, PARIS (V°) (Square Cluny) Tél. DAN 83-84.

Veuillez expédier à l'adresse suivante :

NOM (en capitales) ..... Prénoms

Profession ..... Rue ..... N° .

à ..... Dépt ..... Gare .....

dans votre emballage spécial, **franco** et sans aucun frais (sauf douane) les reproductions-toile suivantes, **encadrées.**

1. **BOUDIN.** Canal à Bruxelles (80/60 cm.) 22.900
2. **DEGAS.** La Répétition (70/50 cm.) 14.900
3. **DELACROIX.** Chevaux arabes (65/55 cm.) 13.400
4. **DUFY.** Paddock à Deauville (95/70 cm.) 27.400
5. **GREUZE.** L'Oiseau mort (35/40 cm.) 7.300
6. **F. HALS.** La Bohémienne (50/55 cm.) 11.500
7. **MONET.** Les Coquelicots (50/65 cm.) 16.900
8. **MONET.** Pont d'Argenteuil (70/55 cm.) 14.900
9. **MURILLO.** Le Jeune Mendiant (35/40 cm.) 7.300
10. **PISSARO.** Route de Louveciennes (70/60 cm.) . 14.200
11. **RENOIR.** Moulin de la Galette (60/50 cm.) 15.200
12. **RENOIR.** La Petite Marie (35/40 cm.) 7.300
13. **VAN GOGH.** Les Tournesols (55/65 cm.) 15.200
14. **VLAMINCK.** Les Chaumières (60/50 cm.) 13.400

Je vous remets ci-inclus un mandat-poste, chèque bancaire ou virement de ..... — Je verse à votre C.C.P. 9776/34 Paris la somme de — Je réglerai au comptant à réception — Je réglerai contre remboursement, sans frais (1).

(1) Rayer les mentions inutiles.

enne est de l'ordre du microampère dans le cas du synchrocyclotron tandis qu'elle est de l'ordre du milliampère dans le cas du cyclotron.

1952. *Découverte du principe de la focalisation alternée.*

Nous avons déjà mentionné qu'indépendamment de toute accélération, il était nécessaire d'assurer la focalisation du faisceau. Cette

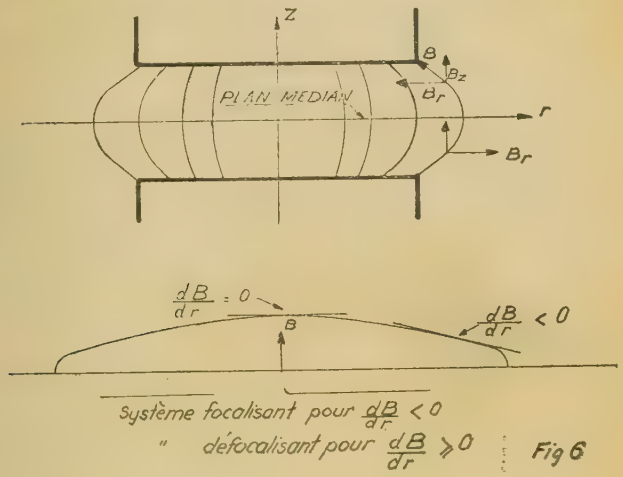


Fig 6

nécessité devient impérieuse dans les machines modernes où les particules doivent parcourir des milliers de kilomètres avant d'atteindre leur énergie finale.

Après avoir été engendrées dans la source d'ions ou injectées dans la machine à l'aide d'un préaccélérateur et jusqu'à leur accélération finale, les particules vivent et évoluent dans un certain milieu qui est constitué par une enceinte évacuée, placée dans un champ magnétique. Bien que le vide dans l'enceinte soit aussi élevé que possible (10^{-6} mm Hg par exemple) des chocs entre les particules avec les molécules du gaz résiduel sont inévitables. En outre, le faisceau possède déjà initialement une certaine dispersion angulaire et radiale. Finalement, le champ magnétique est entaché d'inévitables défauts d'homogénéité. Toutes ces raisons font que même en absence de tension accélératrice les particules effectueront des oscillations « libres » ou « bétatroniques » autour de l'orbite idéale et si l'amplitude des oscillations dépasse les dimensions de la chambre à vide, elles seraient perdues. Pour assurer la survivance du faisceau la seule solution envisagée jusqu'à présent consiste à faire appel aux propriétés du milieu dans lequel cheminent les particules, c'est-à-dire le champ magnétique. Ainsi le rôle du champ magnétique est-il non seulement d'enrouler les particules en trajectoires circulaires (rôle de guidage) mais également de fournir des forces de rappel qui ramèneront les particules vers l'orbite d'équilibre (rôle de focalisation). La fig. 6 montre

schématiquement le mécanisme de la focalisation verticale. La décroissance du champ magnétique vers l'extérieur de l'aimant donne lieu à une courbure des lignes de forces et si l'on décompose le champ en ses composantes, on voit que la composante radiale est nulle dans le plan moyen entre les pôles et change de signe en passant de la partie inférieure à la partie supérieure de l'entrefer. Si la courbure du champ est dirigée vers l'extérieur, la composante radiale tendra à ramener les particules vers le plan médian qu'elles se trouvent au-dessus ou en-dessous de celui-ci ; la stabilité de la trajectoire dans le sens vertical sera ainsi assurée. La signification physique de la stabilité horizontale (ou radiale) peut être mise en évidence d'une manière élémentaire par le raisonnement suivant. Le rayon du cercle décrit par une particule dans le champ magnétique dépend de l'énergie de la particule. Pour une énergie donnée, le produit H × R est constant et la stabilité radiale sera assurée tant que le produit HR croît avec le rayon (fig. 7). La limite de stabilité est atteinte lorsque HR est cons-

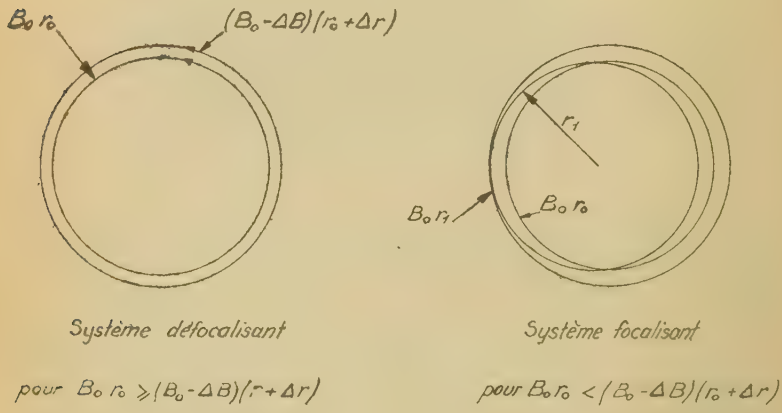


Fig 7

tant. Pour HR décroissant en fonction du rayon, la trajectoire se déroule en spirale et aucune accélération ne saurait empêcher les particules de quitter la machine dans le sens radial. Il résulte de ce qui précède que pour assurer la stabilité verticale le champ magnétique doit décroître rapidement vers l'extérieur tandis que pour focaliser les particules dans le sens radial le champ doit croître ou tout au moins ne pas décroître trop rapidement en fonction du rayon. C'est cette dernière solution qui est adoptée dans les machines classiques où le compromis peut être formulé mathématiquement d'une manière

très simple en définissant une grandeur n (qui caractérise la croissance du champ magnétique) par la relation $n = -\frac{R_0}{H_0}\frac{\partial H}{\partial R}$. La condition de focalisation bidimensionnelle s'écrit alors $0 < n < 1$. La fig. 8 montre le profilage polaire de l'aimant du synchrotron à protons de Brookhaven (U.S.A.) donnant un n de 0,6. Contrairement au cyclotron et synchrocyclotron l'aimant est annulaire ici ce qui constitue une économie extrêmement importante dans sa construction. Le faisceau doit alors cheminer dans un espace relativement restreint situé au voisinage de l'orbite d'équilibre. Nous reviendrons avec plus de détails sur cette machine.

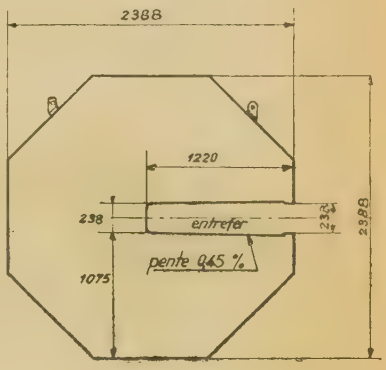


Fig. 8

Alors que la focalisation classique implique une décroissance lente du champ magnétique en fonction du rayon, le principe de la focalisation alternée (ou focalisation intense), proposé par Christophilos, Courant, Livingston et Snyder (1952) postule l'utilisation de champs à variation rapide dans le sens radial. L'aimant est alors décomposé en tronçons élémentaires dans lesquels la croissance du champ se fait alternativement vers l'extérieur et vers l'intérieur de la machine, n atteignant des valeurs élevées (de l'ordre de quelques centaines). Comme nous l'avons vu, un champ magnétique décroissant rapidement en fonction du rayon constitue un milieu fortement convergent pour les oscillations verticales mais fait en même temps diverger les faisceau dans le sens radial. Si l'on fait suivre une telle unité par un élément où le champ croît rapidement en fonction du rayon, la situation sera inversée par rapport à l'unité précédente ; le faisceau sera convergent dans le sens radial et divergent dans le sens vertical. Chaque unité magnétique se comporte donc comme une lentille convergente dans une direction et divergente dans la direction perpendiculaire. On peut montrer qu'une succession de telles lentilles positives et négatives produit, sous certaines réserves, un effet global de convergence intense dans les deux directions fondamentales. Le principal intérêt de cette propriété réside dans le fait que, traduite en termes pratiques, elle signifie que l'amplitude des oscillations effectuées par les particules par rapport à l'orbite d'équilibre (oscillations libres ou bétatroniques et oscillations forcées ou synchrotroniques) est beaucoup plus faible en focalisation alternée opérant avec des valeurs élevées de n que dans le cas d'une focalisation simple

où n doit obligatoirement être inférieur à 1. Il en résulte que dans une machine basée sur le principe de la focalisation alternée la section de la chambre à vide nécessaire pour contenir les excursions du faisceau dans les deux directions peut être considérablement réduite, ce qui entraîne une réduction similaire dans la section et le poids de l'électro-aimant. L'énergie emmagasinée dans l'électro-aimant est également réduite par un facteur important. Le résultat final est que le prix par mètre linéaire d'aimant et le prix de l'équipement électrique d'excitation subissent une réduction radicale par rapport aux machines existantes. La construction d'aimants annulaires de très grand rayon peut alors être envisagée du point de vue économique ouvrant ainsi la voie vers les machines géantes, capables d'accélérer des protons à des dizaines de milliards d'électron-volts. Il va toutefois sans dire qu'un grand nombre de problèmes d'ordre théorique et technologique doivent être résolus avant qu'un projet de ce genre ne soit concrétisé en pratique.

II. Les grandes machines accélératrices.

Nous passerons rapidement en revue les grandes machines accélératrices actuellement en fonctionnement et les projets en cours dans les différents pays du monde.

Il existe actuellement une dizaine de synchrocyclotrons en service, opérant entre 100 et 800 MeV environ.

Nous avons déjà mentionné le synchrocyclotron de Berkeley (Californie, U.S.A.) possèdant 4,5 m de diamètre. Cette machine peut fournir des protons accélérés à 350 MeV. Des transformations actuellement en cours doivent permettre d'atteindre une énergie maximum de 700 MeV.

Parmi les autres machines du type synchrocyclotron fonctionnant aux U.S.A. citons : la machine de Chicago de 450 MeV, celle de Pittsburgh de 450 MeV et celle de Columbia University (New York) de 400 MeV.

La Grande-Bretagne possède notamment un synchrocyclotron de 400 MeV récemment construit à Liverpool et une machine de 175 MeV installée au Centre de Recherches Atomiques de Harwell.

La Suède possède un synchrocyclotron de 200 MeV, fonctionnant à Uppsala.

Un synchrocyclotron de 680 MeV dont l'aimant pèse 7.000 tonnes est en service depuis quelques années en U.R.S.S.

Le synchrocyclotron de 600 MeV du CERN déjà mentionné est en cours d'exécution.

Un certain nombre de synchrotrons à électrons travaillent avec des énergies de 100-1.000 MeV.

Les difficultés auxquelles on se heurte dans la construction de synchrocyclotrons de plus en plus puissants sont d'ordre purement économique. En effet, cette machine exige un aimant massif dont le poids croit approximativement comme le cube du diamètre polaire et une alimentation d'excitation dont le prix croit également avec le

volume interpolaire. Si l'on voulait construire un synchrocyclotron pour des énergies supérieures à 1 GeV (= 1.000 MeV = 1 milliard d'électron-volts), l'aimant deviendrait d'un poids et prix exorbitants. D'un autre côté les accélérateurs circulaires pour électrons dont le synchrotron représente le modèle le plus efficace, ne peuvent être poussés en énergie au-delà d'une certaine limite par suite de l'accroissement rapide des pertes par rayonnement. Cette limite est atteinte lorsque la perte d'énergie par tour devient égale à la dose d'accélération imprimée à la particule par trou et se situe actuellement aux environs de 2 GeV. La masse du proton étant beaucoup plus grande que celle de l'électron, les pertes par rayonnement ne sont pas à craindre dans le domaine d'énergies que l'on peut raisonnablement envisager à l'heure présente.

Il résulte de ce qui précède que les grandes machines accélératrices seront du type synchrotron à protons. Des aimants annulaires sont utilisés pour rendre l'aimant économiquement possible, des protons sont accélérés pour éviter les pertes par rayonnement et le principe de l'accélération synchrone est mis à profit pour maintenir aussi constant que possible le rayon de la trajectoire.

Trois accélérateurs du genre synchrotron à protons ont été mis en service depuis 1952 : le synchrotron à protons de Birmingham (Grande Bretagne) dont l'énergie maximum est de 1 GeV, celui de Brookhaven (U.S.A.), appelé aussi Cosmotron, qui fournit des particules accélérées jusqu'à 3 GeV et celui de Berkeley (U.S.A.) appelé aussi Bévatron qui accélère des protons à 6,5 GeV. Ces trois machines utilisent la focalisation simple. Parmi les accélérateurs analogues actuellement en cours de construction mentionnons la machine de Saclay (France) de 1,75 GeV et l'accélérateur de 10 GeV (appelé synchrophasotron) en voie d'achèvement en U.R.S.S.

Le Cosmotron de Brookhaven peut être considéré comme une machine type dans le domaine des énergies de quelques milliards d'électron-volts opérant avec des protons. Nous allons en donner une description sommaire.

Comme nous l'avons indiqué, une orbite de rayon constant est utilisée dans cette machine et un aimant annulaire produit à travers une chambre à vide le champ magnétique dans lequel cheminent les particules. Pour maintenir constant le rayon de l'orbite, le champ magnétique doit croître en fonction du temps de manière que le produit $H \times R$ corresponde à l'énergie instantanée de la particule. Les protons sont injectés à basse énergie lorsque le champ magnétique est faible et sont ensuite accélérés par un champ électrique dont la fréquence doit être synchronisée avec le mouvement des particules. A cet effet et puisque la vitesse des particules augmente (en raison de leur accroissement en énergie) et que le rayon reste constant, la fréquence doit augmenter tout le long du processus d'accélération qui dure une seconde environ. Le rapport entre la fréquence maximum et minimum est déterminé par l'énergie à l'injection et l'énergie maximum. Il est de 1,21 dans la machine de Brookhaven et cette nécessité de moduler la fréquence dans de larges limites pose un certain nombre de

problèmes techniques dans l'étude du système accélérateur et de l'oscillateur H.F. En outre, pour maintenir le rayon de l'orbite aussi constant que possible, la fréquence doit être programmée et contrôlée à chaque instant afin d'assurer la synchronisation parfaite avec le mouvement des particules. La loi de la modulation de fréquence dépend de l'allure à laquelle le champ magnétique varie en fonction du temps qui est elle-même fonction des propriétés du fer constituant l'aimant et des paramètres des circuits d'excitation.

La fig. 9 montre l'aimant de la machine divisé en quatre tronçons en forme de quarts de cercle entre lesquels on intercale des espaces sans champ. L'un de ces espaces abrite le système accélérateur, un deuxième est nécessaire à l'injection des particules, un troisième contient l'équipement de détection qui fournit les informations nécessaires à la synchronisation, le quatrième constitue l'espace des cibles et peut également contenir le système d'éjection du faisceau.

Le champ magnétique maximum fourni par l'aimant est de 14000 gauss, le rayon de l'orbite de 9 m.

Pour éviter des courants de Foucault trop intenses dans le fer de l'aimant, celui-ci est feuilleté, l'épaisseur des plaques étant de 1 cm environ. Le courant dans les bobines d'excitation de l'aimant croît linéairement en fonction du temps pendant une seconde et tombe ensuite à zéro aussi rapidement que possible. Ce cycle est répété toutes les 5 secondes. Le groupe d'alimentation comprend un ensemble moteur-alternateur-redresseur auquel on adjoint un volant mécanique qui emmagasine de l'énergie pendant les périodes mortes pour la restituer à l'aimant durant le cycle d'accélération.

La source de protons fournit un faisceau d'un milliampère environ qui est repris par un préaccélérateur (générateur électrostatique Van de Graaff) et porté à 4 MeV avant d'être injecté dans le Cosmotron à l'aide de déflections appropriées.

Le choix des dimensions de la chambre à vide et de l'entrefer magnétique constitue l'un des points les plus délicats dans l'étude d'une grande machine accélératrice puisque ce choix détermine d'une manière critique le prix de l'aimant et par conséquent celui de la machine. Après une étude approfondie de la dispersion possible dans l'énergie et la direction du faisceau injecté, des défauts probables de l'aimant et des amplitudes des oscillations qui en résultent, les dimensions de l'entrefer magnétique furent fixés à 21 × 92 cm rendant une surface nette de 16 × 71 cm accessible au faisceau.

La chambre à vide est constituée essentiellement d'une charpente en acier inoxydable de quelques cm d'épaisseur, les parois horizontales étant munies de fentes pour diminuer l'effet des courants de Foucault et l'étanchéité étant obtenue par une feuille en matière plastique. Le système d'évacuation comprend une douzaine de stations de pompage distribuées autour de la chambre à vide. De puissantes pompes à diffusion d'huile, complétées par un système de pompes primaires mécaniques permettent d'atteindre quelques 10^{-6} mm de mercure.

Le système accélérateur peut être regardé comme un transformateur H.F. Une âme en ferrite (matériau ferro-céramique) est placée autour de l'orbite dans une des sections exemptes de champ magnétique. Un enroulement primaire, composé d'un seul tour est alimenté par un amplificateur H.F. à large bande passante attaqué par un oscillateur accordé pour la gamme de fréquences utilisées. Le faisceau peut être considéré alors comme constituant l'enroulement secondaire du transformateur, composé également d'un seul tour. Chaque fois que la particule passe dans l'espace accélérateur, elle reçoit une impulsion équivalente à la f.é.m. qui prendrait naissance dans l'enroulement secondaire du transformateur effectif, si l'on matérialisait l'orbite par un fil de cuivre.

Le nombre de protons survivant au processus d'accélération et disponibles par conséquent à l'énergie maximum (3 GeV) est de l'ordre de dix milliards par cycle. Pour frapper une cible, le faisceau final peut être dévié soit vers l'intérieur soit vers l'extérieur de l'aimant. La durée de l'impulsion de sortie peut être variée entre 0,1 et 50 msec.

Un blindage efficace contre les radiations doit entourer la machine pour protéger le personnel des effets des radiations. Quatre couches de béton de 2,5 m de largeur formant un écran de 3 m de hauteur constituent le blindage de base de la machine. Celui-ci est complété par des renforcements locaux et des dispositifs spéciaux destinés à faciliter le passage des faisceaux dans certaines directions.

Le tableau suivant résume les principales caractéristiques techniques de la machine de Brookhaven.

Energie maximum des protons	3 GeV
Rayon de l'orbite	9 m
Poids de l'aimant	1.650 tonnes
Poids des enroulements d'excitation	70 tonnes
Champ magnétique maximum	14.000 gauss
Puissance moyenne fournie à l'aimant	600 kW
Ouverture utile de la chambre à vide	16 × 71 cm
Pression dans la chambre	5×10^{-6} mm Hg
Accélération par tour	1.000 volts
Fréquence initiale	330 kc/s
Fréquence finale	4,12 Mc/s
Taux de répétition	1 impulsion/5 s
Prix total de la machine	7×10^6 dollars

Depuis sa mise en service en 1953, le Cosmotron de Brookhaven a permis d'effectuer un grand nombre de recherches notamment dans le domaine des mesons lourds et hyperons.

Le Bevatron de Berkeley (Californie, U.S.A.), mis en service un an et demi plus tard permet d'atteindre 6,5 GeV et de ce fait a été notamment affecté aux recherches qui aboutirent récemment à la découverte du proton négatif.

(*A suivre.*)

E. Regenstreif.

Bordeaux :

M. SERVANT, Professeur à titre personnel, est nommé titulaire de la chaire de Physique.

Un décret du 7 janvier porte création d'une Ecole supérieure d'Œnologie à l'Université de Bordeaux.

Caen :

M. le Professeur LOZAC'H est nommé Doyen de la Faculté des Sciences.

M. CAMPBELL, Maître de Conférences, est nommé titulaire de la chaire de Mathématiques.

Lille :

M. DEHEUVELS, Professeur de Calcul différentiel et intégral, est transféré dans la chaire d'Analyse supérieure (dernier titulaire : Mme Lelong).

MM. DUHAMEL et POLVECHE sont nommés chefs de travaux à la Faculté des Sciences.

Grenoble .

M. GOODMAN est nommé Professeur associé.

Lyon :

M. COLONGE, Professeur à titre personnel, est transféré dans la chaire de Chimie organique (dernier titulaire : M. Dœuvre).

M. GAUTHIER, Maître de Conférences, est nommé titulaire de la chaire de Géologie générale.

Montpellier :

L'Institut de Chimie est transformé en Ecole nationale supérieure de Chimie.

Nantes (Médecine et Pharmacie) :

M. MONNET, Professeur à Alger, est transféré dans la chaire de Matière médicale et Pharmacologie.

Poitiers :

MM. DUCHAIGNE et CANTRAL, Maîtres de Conférences de Biologie végétale P.C.B. et de Chimie P.C.B., sont nommés Professeurs titulaires et assureront l'enseignement de la Biologie végétale et de la Chimie au P.C.B. de Limoges.

M. JOLIET, Professeur de Physique P.C.B. à l'Ecole nationale de Médecine et de Pharmacie de Limoges, est nommé Professeur à la Faculté des Sciences de Poitiers et continuera à assurer, en cette qualité, l'enseignement de la Physique au P.C.B. de Limoges.

Strasbourg :

M. ARNAL, Maître de Conférences, est nommé titulaire de la chaire de Botanique.

M. RINFRET, Professeur à l'Université de Montréal, est nommé Professeur associé.

Toulouse :

M. HURON, Maître de Conférences, est nommé titulaire de la chaire de Mathématiques appliquées.

M. MORQUER, Professeur à titre personnel, est transféré dans la chaire de Botanique agricole (dernier titulaire : M. Chalaud).

M. GAUSSEN est nommé assesseur du Doyen.

CONGRÈS ET RÉUNIONS SCIENTIFIQUES

Colloque Atomes et Molécules par études radio-électriques, Rennes et Saint-Malo, 24-26 avril. (Professeur Freymann, Faculté des Sciences de Rennes.)

Impromptu sur les fonctions et les métaux

par Jean LOMBARD.

Résumé.

L'évolution de la notion de fonction en biologie met en vedette l'action régulatrice de certains éléments dont les principaux sont des métaux. En analysant cette constatation et en l'insérant dans les tendances observables des différentes disciplines scientifiques, on peut préciser un champ d'investigations commun aux biologistes et aux minéralogistes et l'on se demande s'il ne serait pas utile de rechercher à travers le comportement des métaux dans la croûte terrestre des processus fonctionnels susceptibles de fournir des éléments de liaison (ou de synthèse) entre des sciences restées jusqu'ici fort éloignées.

***

Dans un récent Colloque de philosophie mathématique (Paris, 1949), le président, A. Denjoy, s'efforçait d'atténuer une distinction faite par M. Bouligand entre les « problèmes décidés » et les « problèmes construits » en mathématique ; — ou mieux : « entre les constructeurs de solutions pour des problèmes posés et les édificateurs de doctrines théoriques ». La question ainsi débattue n'est pas particulière aux mathématiques ; les naturalistes la connaissent aussi bien, mais ils l'appréhendent différemment. Chez les mathématiciens, les discussions paraissent centrées sur l'axiomatique, c'est-à-dire, sur une sémantique qui se veut symbolique et qui prétend plus ou moins « tout expliquer sans avoir l'obligation de rien observer ». Les naturalistes, dès que leurs discussions sortent du plan des faits ou de leur interprétation statistique, ont tendance à négliger ce stade des moules formels universels et à passer directement des faits aux intuitions métaphysiques que peut éveiller leur recherche. Cela tient sans doute à ce qu'ils n'ont guère besoin de poser

des problèmes, et à ce qu'ils se méfient des certitudes soi-disant démontrables... — et toujours temporaires.

On a pu constater au cours des dernières années, grâce à un certain nombre d'ouvrages, que les naturalistes peuvent être ainsi amenés à proposer d'harmonieux ensembles de « problèmes décidés » et de « problèmes construits », ensembles qui prennent au moins valeur de suggestions sans avoir les inconvénients des doctrines. Un ouvrage récent (1) a bien illustré cette position en s'efforçant de montrer comment un « *témoignage* issu d'une expérience vécue » peut aboutir à une conception générale des phénomènes de l'organicité ; et l'on peut se demander avec l'auteur s'il ne s'agit pas là d'un « exemple caractéristique de l'évolution des sciences ».

Le même ouvrage, d'ailleurs, fait entrevoir, dans ses relations concrètes, un domaine fondamental commun à des sciences qui présentement s'ignorent (en dépit des « virus cristallisables » et autres curiosités) : la biologie et la minéralogie au sens le plus large.

C'est essentiellement ce dernier point que je voudrais souligner dans cette note. Mais il est nécessaire, pour en préciser la portée, de reprendre quelques-unes des conclusions de l'auteur, avant d'en appeler aux faits, aux expériences qu'il relate.

L'éloge qu'il fait de l'incertitude n'a pas le caractère purement psychologique de la « fécondité du trouble » invoquée par Daniel Rops il y a quelque trente ans. On pense plutôt, en lisant certaines de ses pages, à la « fécondité de l'Insuffisant » placée par Kayserling en tête d'un chapitre d'une grande vérité humaine. Mais tandis que Kayserling en reste aux *tensions* qui, selon lui, entretiennent les mouvements de la pensée, J. Ménétrier en appelle à ce que la Science a introduit de positif dans le concept d'incertitude ; et l'on se sent tout près, en suivant sa démarche, de la fécondité d'un autre concept moderne : celui de la super-quantification.

On est étonné de constater que de telles impressions surgissent à la lecture d'un livre qui n'a aucune saveur mathématique, ni même physique. Serait-elle encore un triomphe de l'incertitude ? Ou, plus simplement, de l'esprit biologique ? Ou, plus simplement encore, d'un « dépassement » qui met bien en lumière les faux problèmes ?

Quelle serait donc la démarche de ce dépassement ?

Une autre évocation mathématique que suggère l'Eloge de l'Incertitude est la théorie des fonctions. Suis-je, en écrivant cela, victime d'un jeu de mots ? Je ne le pense pas. Je n'ai pas encore rencontré de convergence de langage qu'une suffisante

(1) Dr J. Ménétrier : *Eloge de l'incertitude*, Ed. de la Colombe, Paris, 1956.

recherche — ou une suffisante méditation — n'ait dépouillée de son apparence fortuite au profit d'une synthèse féconde. Il suffit d'ailleurs, pour être convaincu de la valeur d'une telle recherche, de lire l'œuvre condensée la plus universelle qui soit : l' « *Untergang des Abendlandes* » d'Oswald Spengler (1). Nul mieux que le sociologue allemand n'a montré comment notre civilisation occidentale s'est accomplie en découvrant un ordre « fonctionnel » à l'arrière plan des faits de tous ordres, et en « fonctionnalisant » toutes ses créations, toutes ses formes d'expression.

La primauté qui tend à s'établir en biologie en faveur du fonctionnel est, dans cette discipline, l'homologue de l'apparition de la théorie des fonctions en mathématiques, mais sur ce point, les mathématiques sont apparemment en avance sur la biologie. Il y a déjà une vingtaine d'années que Matila Ghyka, le premier, je crois, parlait de la « spiritualisation » de la mathématique.

L'accès aux mécanismes fonctionnels qui lient entre eux des faits est un dépassement de ces faits, une transcendance par rapport à eux ; il place l'observateur sur un autre plan. J. Ménétrier analyse cette démarche du chercheur en fonction de son expérience médicale. C'est ici que prennent leur valeur des faits et des concepts déjà connus, mais qui n'avaient jamais été coordonnés — sur le plan physiologique — avec autant de sûreté. Les mécanismes antagonistes sont connus depuis longtemps dans le système neuro-endocrinien ; mais tout s'est passé jusqu'à présent comme si chacun de ces mécanismes devait inéluctablement être considéré en soi ; et ses désordres, ramenés à une hyper ou une hypotonie. On voit maintenant qu'en réalité ce ne sont pas les mécanismes qui se désordonnent mais la fonction régulatrice qui assure normalement leur complémentarité en les coordonnant. L'accent se trouve dès lors porté sur une fonction — et non plus sur ses mécanismes élémentaires ; et, surtout, sur l'instance régulatrice de cette fonction. L'optique n'est plus la même ; *les problèmes que posaient les mécanismes considérés en soi étaient de faux problèmes* — prenant souvent l'aspect de « faux dilemmes ».

Quiconque a été suffisamment curieux, au cours d'une existence suffisamment longue, verra revenir en lisant la relation de l'expérience de J. Ménétrier et les réflexions qu'elle lui suggère, une foule de notations semblables dans les domaines les plus divers. A l'une des extrémités du champ de nos investigations humaines, il y a la pile électrique (d'ailleurs évoquée par J. Ménétrier comme image-type). A l'autre, il y a la psychologie, ses instincts opposés et ses « instances coordinatrices », auxquelles en réfère ultimément la psychothérapie, pour ne rien

(1) Il est malheureusement indispensable de lire l'ouvrage *en allemand* pour en saisir toute la portée.

dire des polarités entre lesquelles se déroule la vie sociale des peuples.

On n'est guère surpris, dès lors, de la généralisation hardie qui donne toutes ses ouvertures à « *l'Eloge de l'Incertitude* » ; généralisation qui, mettant en place les faux dilemmes, réconcilie la Science et la Métaphysique ; ouvre les yeux du lecteur à une meilleure compréhension de la vie ; et son esprit, à la sérénité. Sur ce point, la mathématique paraît désormais en retard.

Louis Rougier a défini une fois la métaphysique comme un ensemble de problèmes « mal posés ». Le fait que la Science progresse montre que la connaissance scientifique n'embrasse à aucun moment toute la Réalité. Mais l'homme a toujours eu des intuitions de cet au-delà de la connaissance scientifique. *Les intuitions de l'inconnu sont la métaphysique* ; et il n'y a pas de science, dans l'état actuel des choses sans frontière métaphysique.

***

Après cette nécessaire introduction, venons en aux faits et remarques qui doivent faire l'objet de la seconde partie de cette note.

La notion de fonction met en vedette un principe de coordination, lequel implique l'action d'un facteur régulateur. Reprenant des essais entrepris par d'autres médecins avant la guerre, et plus ou moins abandonnés, J. Ménétrier a démontré par plusieurs milliers d'observations le pouvoir régulateur de 33 éléments sur des fonctions physiologiques ou psycho-physiologiques. Parmi ces éléments, ceux qui ont un pouvoir régulateur sur de grands ensembles de fonctions (sur les *quatre diathèses fondamentales* que l'on retrouve en combinaison dans toutes les constitutions individuelles) sont notamment : le manganèse, le cobalt, le cuivre, l'argent et l'or.

Les « métaux » ont donc cessé d'être la préoccupation exclusive des minéralogistes et des métallurgistes. L'action biologique de certains d'entre eux était certes déjà connue et utilisée en médecine, mais l'ensemble des expériences qui nous sont maintenant révélées aboutit, pour la première fois (1), à une hypothèse explicative d'ensemble.

Les éléments de cette hypothèse permettent, à leur tour, quelques rapprochements avec l'évolution des points de vue des minéralogistes.

De tels rapprochements ne doivent pas surprendre, *a priori*. En effet, pour différents que soient actuellement les points de vue avec lesquels biologistes d'une part, et minéralogistes d'autre

(1) Faisant abstraction d'un exposé antérieurement publié par le même auteur sous le titre « Introduction à la Médecine fonctionnelle » (Pacomhy, édit., Paris, 1955).

part, considèrent les métaux, cette différence ne doit pas faire perdre de vue qu'il s'agit des mêmes corps. Chacun d'eux est caractérisé, *essentiellement*, par une case de la table périodique ; c'est-à-dire par une *structure* qui détermine à la fois :

— les propriétés spécifiques que lui connaissent les minéralogistes ;

— et la spécificité qui s'attache à lui dans la régulation des fonctions biologiques.

Cette remarque suffit à montrer que les métaux peuvent constituer un champ commun aux recherches des sciences de la vie et des sciences de la matière dite « inerte ». Mais ce champ se précise lorsqu'on prend en considération le mécanisme de l'action des métaux tel que le présentent les biologistes.

Il y a longtemps que le pouvoir catalytique du cobalt et du cuivre — entre autres — est connu en chimie organique ; et l'action du cuivre, du zinc, etc... sur la nutrition des végétaux est également rapportée par les agronomes aux phénomènes de « catalyse ».

Plus théoriquement, la relation entre l'action catalytique et certaines particularités de structure périphérique communes aux catalyseurs et aux enzymes est maintenant généralement admise ; et il s'avère de plus en plus probable que les phénomènes qui concourent à l'effet catalytique sont du domaine de l'oxydo-réduction, les catalyseurs jouant le rôle d'échangeurs d'ions.

Il appartenait — à ma connaissance du moins — à J. Ménétrier d'observer que les corps jouissant de ces propriétés sont, très remarquablement, les métaux dits « de transition » (1). Or *ces métaux sont précisément les mêmes qui donnent les plus fortes concentrations dans l'écorce terrestre.* Au moment où la nécessité d'entretenir nos approvisionnements en ces métaux pousse les minéralogistes à s'attaquer aux problèmes posés par leur concentration, il devient utile de souligner toutes les observations qui peuvent concourir à la solution de ces problèmes, ne fût-ce qu'en s'inscrivant pour ou contre telle ou telle hypothèse de travail naissant au cours de la recherche minéralogique.

J'ai déjà rassemblé ailleurs un certain nombre de remarques sur le parallélisme que l'on peut constater entre les évolutions respectives de la pensée minéralogique et de la pensée

(1) On peut noter cependant que la chaîne des métaux de transition de la première longue période — selon les vues classiques — va du scandium au cuivre, tandis que l'expérience biologique inclut le zinc dans les « catalyseurs ». Signalons alors qu'une recherche inédite effectuée par A. Alleaume à l'aide des matrices d'Eddington (communication écrite) vient à l'appui des observations des biologistes en incitant à décaler ladite chaîne du vanadium au zinc.

biologique relativement aux problèmes posés par les métaux. Je ne reprendrai pas ce texte (1) ; mais nous avons maintenant des éléments nouveaux qui permettent de le compléter et de préciser les suggestions ainsi fournies aux minéralogistes.

En bref, l'action régulatrice des métaux semble liée :

a) à un *état particulier de leur matière*, que l'on peut qualifier de « finement divisé » ;

b) à une conjoncture définie des potentiels et de la résistivité du milieu, pH, rH_2, ρ, *mesurés simultanément* ;

c) probablement, à un certain quantum.

Dans ma note antérieure, j'ai surtout insisté sur le point *a*), montrant comment les minéralogistes s'éloignent de plus en plus du concept de masse et des propriétés de la matière à l'état aggrégé, non seulement dans leurs tentatives d'explication des phénomènes observés, mais jusque dans les procédés employés dans le traitement des minerais. Ils en appellent de plus en plus aux caractéristiques structurales de l'ion et à ses propriétés énergétiques, se rapprochant ainsi des attributs déterminants de l'action « catalytique » étudiée par les chimistes et les biologistes. Pour le minéralogiste et le métallurgiste modernes, le fait « métal » est devenu une particularité structurale ; les états associés ou agrégés ne peuvent être compris qu'en fonction de la structure de l'électron libre et de considérations énergétiques (énergie libre). Cela revient à dire que les propriétés des corps à *l'état divisé* — ou dispersé — conditionnent leurs propriétés en masse.

En ce qui concerne les potentiels, les minéralogistes ont déjà précisé leur rôle dans la dissolution et la précipitation sélectives des métaux au cours des processus géologiques superficiels. Mais les biologistes vont beaucoup plus loin maintenant en précisant des actions métalliques spécifiques modificatrices de certaines combinaisons de potentiel et de résistivité. C'est ainsi que, dans des conditions et des limites définies :

— le manganèse peut simultanément : porter le pH sanguin de 6 à 7,4, augmenter le potentiel d'oxydo-réduction et abaisser la résistivité ;

— une combinaison définie manganèse-cobalt peut diminuer le pH et augmenter le rH_2 ;

— le cuivre seul augmente le pH et diminue le rH_2 ;

— une combinaison définie cuivre-argent-or abaisse simultanément pH et rH_2 et remonte à une valeur normale la résistivité toujours abaissée par une trop forte ionisation.

---

(1) Jean Lombard. — Métaux de base et Oligo-éléments. *Chron. Mines d'O. M.*, oct. 1955, n° 232, pp. 246-250.

Les mêmes effets sont constatés sur les caractéristiques physico-chimiques de l'urine. Hormis les milieux sur lesquels ces observations sont faites, *elles ne sont plus d'ordre spécifiquement biologique*. Il serait donc opportun de les confronter avec les données acquises en minéralogie sur le comportement des métaux en solution, notamment avec les conditions de leur précipitation différentielle.

Quant au quantum qui semble favoriser l'action « catalytique », il est lié directement au *nombre atomique* de chaque élément à l'échelle du γ. Ce rôle — si tant est qu'il soit réel — doit donc être aisé à retrouver dans toute recherche orientée. Mais *encore faudrait-il, qu'en minéralogie une fonction soit reconnue aux métaux*. Or, partout où ils existent, soit en traces, soit en masse, les métaux sont considérés par le minéralogiste comme « inertes ». A l'état diffus, les ions métalliques sont considérés comme étrangers aux structures — silicatées ou autres — auxquelles on les trouve associés. Après avoir envisagé la possibilité de substitutions ioniques permettant aux métaux de prendre place dans les réseaux cristallins, la minéralogie moderne tend à abandonner cette hypothèse et à lui substituer l'entrée des éléments en traces, par adsorption, dans les *lacunes* des réseaux. Quant aux concentrations, la tendance actuelle est de les considérer comme résultant d'une expulsion des métaux diffus, dont la présence deviendrait incompatible avec une transformation de l'édifice cristallin de la roche-hôte. Ces hypothèses ne font aucune place à une éventuelle action des métaux.

En métallurgie, on dit pourtant que l'adjonction de traces d'un métal « modifie » les propriétés d'un alliage ; mais il ne semble pas qu'un aspect fonctionnel quelconque soit entrevu à l'arrière-plan de ce rôle modificateur, sinon une action d'ordre catalytique. Il devient alors opportun de remarquer qu'une fort utile mise au point sur la catalyse, récemment publiée dans le *Bulletin de la Société chimique de France* (1), recoupe de façon remarquable, par ses conclusions, les hypothèses déduites par J. Ménétrier de ses propres recherches.

Les aspects de la « catalyse » décrits ici du point de vue chimique semblent bien de nature, comme on pouvait s'y attendre, à proposer des hypothèses communes aux biologistes et aux minéralogistes ; et cela, grâce aux métaux. D'un côté comme de l'autre, on se doit désormais de prendre en considération la possibilité d'une action des métaux, accompagnée d'une dégénérescence tellement infime que le mot d'*action de présence* (J. Ménétrier) n'est pas mal venu.

Il n'en reste pas moins — et c'est là, croyons-nous, le point le plus important — que la recherche biologique assigne aux

(1) J.-E. Germain. — *Théorie électronique de la catalyse*. I. — Métaux. *Bull. Soc. chim. Fr.*, août-sept. 1956, pp. 1305-1313.

métaux « catalyseurs » un rôle *régulateur de fonctions*. Or cette notion paraît échapper encore tant aux chimistes qu'aux minéralogistes.

L'évolution de la biologie nous incite à ne plus considérer la *fonction* comme une propriété attachée à un radical ou à une famille de structures (comme dans la vieille chimie classique), non plus que comme un ensemble confus de phénomènes assurant la respiration ou la digestion. Si tant est que la *fonction* puisse faire l'objet d'une définition élémentaire, nous la voyons dans la *mise en œuvre harmonieuse de deux tendances — ou de deux processus ou mécanismes — antagonistes et complémentaires concourant à l'accomplissement d'un phénomène observable*. Au moment où l'évolution de sciences aussi apparemment éloignées que la physique mathématique et la biologie nous ramène à ce concept dualiste fondamental (qui est né avec la métaphysique humaine et qui ne l'a jamais abandonnée), on peut se demander s'il n'est pas opportun de le rechercher à l'arrière plan de *tous* les phénomènes observables ; et s'il n'est pas appelé à concourir à la synthèse des Sciences. Mais, ainsi que je l'ai déjà souligné, la fonction implique un facteur régulateur (également présent dans le principe trinitaire de la métaphysique). Or les catalyseurs métalliques dont il a été question dans cette note sont des régulateurs fonctionnels ayant une spécificité. Il serait bien surprenant, dès lors, que l'observation de cette spécificité dans tous les domaines où l'on peut l'appréhender, et sa confrontation avec les conjonctures particulières qui s'attachent à la présence ou aux mouvements des mêmes éléments — fût-ce sous d'autres formes — dans d'autres domaines, ne conduisent pas à des rapprochements féconds.

A ce point de vue, les biologistes peuvent certainement tirer parti des conquêtes des minéralogistes dans le domaine dit « géochimique », soit sur les isotopes, soit, plus directement, sur les affinités spécifiques des métaux et des organes végétaux, par exemple.

Quant aux minéralogistes, quoique la matière même de ces observations et réflexions les concerne au premier chef, on se demande si le plus grand bénéfice qu'ils puissent présentement en tirer ne réside pas dans un changement radical et nécessairement préalable de leur vision de la « matière inerte ». Certains d'entre eux ont déjà souligné le caractère effectivement mouvant de cette soi-disant inertie : le mot « évolution » a fait son apparition dans des considérations sur des roches telles que les granites ; et l'attention a été attirée sur certaines analogies entre les cycles géologiques et les cycles de la vie. Mais ces allusions font encore figure de poésie au sein d'une discipline d'où toute notion fonctionnelle est demeurée jusqu'à présent exclue.

Sur le plan des faits le rôle de la chaleur est sérieusement battu en brèche en tant que source d'énergie pour les transfor-

mations naturelles de la matière, ce qui implique l'intervention d'un jeu énergétique plus subtil. Toutes les notions, temporairement dogmatiques, liées à des concepts de masse, d'immutabilité, de réactions ou d'équilibres selon la vieille chimie, cèdent du terrain devant la vraisemblance d'un « autométamorphisme » (F. J. Turner) qui reste plein de mystère. Mais le *mystère des « auto »-transformations est le mystère même de la Vie* ; et l'on doit constater qu'en même temps que lui, apparaissent en minéralogie : le concept polaire (sous la forme encore rudimentaire anion-cation) et quelques concepts de l'énergétique moderne (énergie intrastructurelle, potentiels, etc.). Ces concepts sont à la base même de la notion de fonction telle que nous l'avons envisagée avec les biologistes.

Or que découvre la biologie au centre même des fonctions ? La présence essentielle d'éléments hier encore négligés parce que ne participant pas aux variations pondérales ; et ces éléments sont des métaux. N'y a-t-il pas là de quoi faire réfléchir les minéralogistes, et les inciter à chercher si les métaux en traces dans les roches (avec certaines spécificités, ici aussi), loin d'être des constituants passifs, dès que possible expulsés par une « auto »-transformation, ne font pas partie intégrante — ne fût-ce que par leur présence — des mécanismes de cette auto-transformation ?

Une porte peut s'ouvrir ainsi à la recherche du fonctionnel dans les sciences de la matière dite « inerte ».

Nous ne pensons pas qu'il soit encore utile d'insister, en 1956, sur l'objection que l'on aurait pu faire à de telles proposition au nom d'une distinction entre matière inerte et matière vivante. La physique, dans son acception la plus large, a fait justice de cette distinction.

Aussi bien le Savoir humain tend-il à s'ordonner dans des classifications des sciences qui préservent l'unité essentielle des manifestations matérielles, classifications dont celle qui fut proposée dans la *Revue Générale des Sciences* par L. Glangeaud (1) est un exemple caractéristique. Il faut savoir gré à la « classification scalaire » des sciences d'avoir substitué à des cloisonnements latéraux un enchaînement vertical de « niveaux d'organisation emboîtés » définis chacun par les caractéristiques phénoménales qui lui sont propres. Mais un tel enchaînement s'appliquant à « des » matières entre lesquelles toutes différences ont été éliminées (Eddington, Schrödinger) n'implique-t-il pas, sinon une identité, du moins une *homologie des processus phénoménologiques* observés aux différents niveaux d'organisation,

(1) L. Glangeaud : Classification scalaire des Sciences. *Rev. gén. Sc.*, mai-juin 1955, pp. 146-175.

homologie sans laquelle il n'y aura jamais de synthèse possible entre les Sciences, (et sans laquelle il n'y aurait pas, *a priori,* d'axiomatique possible même en mathématiques) (1) ? Or le *concept fonctionnel est à coup sûr celui qui se prête le mieux à préparer ces homologies.* Il est, en effet, la seule ouverture possible sur la structure des ensembles organiques ; — « organiques », c'est-à-dire : organisés dynamiquement. C'est par une fonction que se signifie le rôle du « sous-ensemble » dans le « sur-ensemble » dont il est partie.

La prise en considération de tous les faits et tendances qui ont été évoqués dans ces pages illustre donc bien la primauté du fonctionnel (qui n'est pas autre chose qu'une énergétique organisée) dans notre civilisation (Spengler, *op. cit.*). Et l'on se demande — comble de l'analogie — où s'arrêtera cette ascension simultanée dans la connaissance et l'usage du fonctionnel, et dans la connaissance et l'usage des métaux !

Jean Lombard.

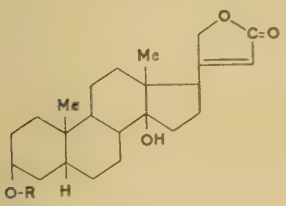
(1) Cette note était écrite avant que paraisse, dans cette Revue, l'article de Mme M.-A. Tonnelat sur la « Volonté unitaire » (n° de juillet-août 1956), lequel présente un autre aspect des mêmes problèmes.

POISONS DIGITALIQUES

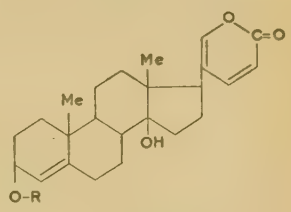
par M. FREREJACQUE
Sous-Directeur au Muséum national d'Histoire Naturelle

Tout le monde sait que les feuilles de la digitale pourpre, si abondante dans nos forêts des Vosges, contiennent un poison mortel qui, utilisé à faible dose, est un médicament très efficace pour le traitement de certaines affections cardiaques. On a trouvé dans la nature et particulièrement dans le règne végétal, un grand nombre d'autres toxiques dont l'action sur le cœur est tout à fait analogue à celle du poison de la digitale. Tous ces corps sont désignés sous le nom de poisons digitaliques, ou plus simplement de digitaliques ou encore sous le nom de cardiotoniques.

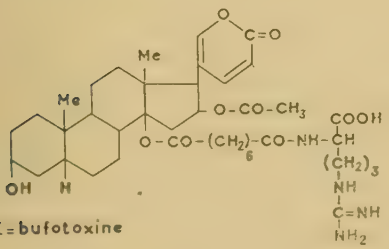
L'étude de la constitution chimique de ces toxiques a conduit à une conclusion remarquable : tous sont des dérivés de stéroïdes d'une nature très particulière. Nous donnons ci-dessous les formules attribuées à la digitoxine, digitalique principal des feuilles de la digitale pourpre, du scillarène A, toxique le plus important de la scille maritime et de la bufotoxine, isolée de ce qu'on appelle improprement le *venin* de crapaud.



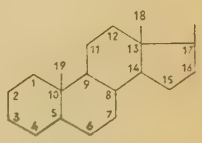
I = digitoxine
R = 3 digitoxoses



II = scillarène A
R = glucose + rhamnose



III = bufotoxine



Ces trois corps sont les chefs de file des trois séries de digitaliques actuellement connus.

Les formules ci-dessus ont en commun un squelette stéroïde avec une chaîne latérale fixée au carbone 17 ; cette chaîne latérale *insaturée* porte une fonction lactonique ; de plus le stéroïde est porteur d'un hydroxyle fixé au carbone 14. On a pu montrer que c'est l'ensemble de cette disposition qui conditionne l'activité physiologique.

Dans les corps des types I et II, le reste stéroïde est lié à une chaîne sucrée plus ou moins longue, alors que dans la bufotoxine il est relié à une copule constituée par une chaîne d'acide aminé. On désigne sous le nom de *génine*, le reste stéroïde qui a été privé de sa copule. L'hydrolyse des quelques deux cents digitaliques connus a livré ainsi une quarantaine de génines qui ne diffèrent de celles des types I, II, et III que par des substitutions sur le squelette stéroïde : hydroxyles fixés en 1, 11, 12, 16 ou 19, fonction aldhéydique en 19, fonction cétonique en 11 ou 12, fonction époxy entre deux hydroxyles plus ou moins voisins. Dans un seul cas, une génine d'origine végétale s'est trouvée identique à une génine d'origine animale : l'*hellébrigénine*, obtenue à partir de l'hellébrine retirée des rhizomes de l'hellébore noire, s'est révélée identique à la *bufotalidine* isolée du crapaud vulgaire.

Les digitaliques d'origine végétale sont des hétérosides (glycosides) ; la chaîne osidique qui est reliée à l'hydroxyle 3 du squelette stéroïde peut comprendre jusqu'à 4 molécules d'oses. Généralement l'ose relié directement à la génine est un désose, c'est-à-dire qu'il renferme un ou deux atomes d'oxygène de moins que le glucose ; ce désose peut d'ailleurs être partiellement méthylé ou acétylé. L'étude des hétérosides digitaliques a conduit ainsi à la découverte de toute une série d'oses nouveaux : cymarose, sarmentose, thévétose, boivinose, etc... qui n'ont été retrouvés jusqu'ici dans aucune autre classe de composés naturels.

Le nombre des poisons végétaux qu'on a pu ranger dans le groupe digitalique s'est beaucoup accru au cours des dix dernières années; en fait, il semble que la plupart de ces poisons, lorsqu'ils ne contiennent pas d'azote, se rattachent aux digitaliques. Citons par exemple l'upas antiar, les poisons du tanghin, ceux du ménabé, du lombiro, ceux des graines de jute, etc... Dans un travail actuellement en cours, nous avons pu nous convaincre que les poisons des rhododendrons et des azalées sont également des digitaliques qui donnent leur toxicité à certains miels, particulièrement dans l'Anatolie. Xénophon parle déjà de ces miels empoisonnés dans son Anabase.

On a caractérisé la présence d'hétérosides digitaliques chez des plantes appartenant à une douzaine de familles végétales, monocotylédones et dicotylédones, ces plantes ne paraissant avoir aucun lien phylogénétique. Ce sont les Apocynacées et les Asclépiadacées qui renferment le plus grand nombre de plantes à digitaliques ; mais, en réalité, aucune étude systématique n'a été faite jusqu'ici, même dans le genre *Digitalis*.

C'est qu'une telle étude est fort laborieuse, car il est exceptionnel qu'une espèce déterminée ne renferme qu'un seul hétéroside digi-

talique. On savait depuis longtemps que les feuilles de digitale pourpre contenaient, outre la digitoxine et la gitoxine, deux autres corps contenant une molécule de glucose de plus que la digitoxine et la gitoxine ; mais les travaux les plus récents nous apprennent qu'on a pu isoler, en outre, des feuilles de digitale pourpre, huit autres hétérosides cardiotoniques.

Plus modeste est le nombre des génines isolées des venins de crapaud : on en a retiré cinq du venin du crapaud de nos régions ; quelques autres ont été obtenues à partir du Ch'an Su ou Senso, drogue chinoise résultant de la dessiccation du venin d'espèces de crapauds vernaculaires.

L'extraction de produits purs, dans cette série, n'est devenue possible qu'avec l'introduction des méthodes si simples et si fécondes de la chromatographie sous toutes ses formes.

La toxicité des digitaliques à l'état pur est très élevée, la dose léthale étant par exemple de 2 à 3 milligrammes de digitaline (mélange contenant environ 95 % de digitoxine et 5 % de gitoxine) pour un homme moyen absorbant le toxique par la voie buccale ; la toxicité est encore plus grande par la voie sous-cutanée et surtout par la voie intraveineuse. La toxicité varie d'ailleurs suivant les animaux utilisés : chat, chien, grenouille, pigeon. Les rats se montrent particulièrement résistants. Par contre, on sait maintenant que les chevaux sont fort sensibles : en 1940, des chevaux allemands, logés dans une usine de digitaline française, reçurent en guise de fourrage, des feuilles de digitale : tous les chevaux périrent. Les paysans égyptiens savent d'ailleurs depuis longtemps que le jute, plante à digitalique, est toxique pour le bétail.

Il ne faut cependant pas exagérer le danger que présentent les plantes à digitaliques : il y a quelques années, nous avions reçu de Saint-Louis du Sénégal, un échantillon d'*Adenium Honghel* avec une notice précisant que tout homme qui s'endormait à l'ombre d'un *Adenium* en mourait à coup sûr. En fait la pulvérisation de la plante et l'extraction du digitalique qu'il contient ne nous ont procuré que des crises d'éternuements incoercibles, car tous les digitaliques sont sternutatoires à l'état finement divisé. De même les botanistes de Madagascar nous ont rapporté que les indigènes ont une peur terrible du *Menabea venenata*, dont ils refusent de s'approcher.

Cette terreur a peut-être son origine dans l'emploi qui est fait de certaines plantes à digitaliques comme poison d'épreuve pour les ordalies. On connaît cette ancienne coutume qui consiste à faire absorber un poison à un homme suspect de quelque forfait ; si le suspect meurt après ingestion de la drogue, il est déclaré coupable ; s'il survit, grâce à quelque supercherie, il est déclaré innocent. Les ordalies utilisant les noix de tanghin ont été beaucoup pratiquées autrefois à Madagascar, mais, même à l'heure actuelle, nos tribunaux de l'Union française ont encore à connaître d'affaires analogues.

Poisons d'épreuves certes, mais aussi poisons sagittaires, les extraits de plantes à digitaliques sont utilisés pour la chasse par diver-

ses peuplades ; pour la guerre aussi : on ne saurait s'en étonner, l'usage des flèches empoisonnées est si ancien que le même mot grec « toxicos » désigne à la fois la flèche et le poison.

Il est cependant remarquable que les tribunaux n'aient eu à connaître qu'un très petit nombre d'affaires d'empoisonnements criminels par des digitaliques. Tout le monde connaît cependant l'affaire COUTY de la POMMERAIE (1863), célèbre à plus d'un titre, où un médecin homéopathe fut accusé d'avoir empoisonné sa cliente, la veuve de PAUW, avec de la digitaline. Plus étrange est le cas du docteur REUTER (BONN, 1929) accusé d'avoir empoisonné sa maîtresse, lors d'un examen gynécologique, par introduction d'ouabaïne dans le rectum. Plus près de nous enfin l'affaire de la veuve BECKER (LIEGE, 1937) reconnue coupable d'empoisonnement criminel avec de la digitaline Nativelle : 11 personnes, et peut-être plus encore, auraient été victimes de thé très fort, très sucré et très digitaliné. L'affaire BECKER est particulièrement intéressante parce que les experts toxicologues commis se sont livrés à un travail étendu et fort remarquable sur la détection des digitaliques dans les cadavres.

L'emploi des réactifs chimiques s'est révélé décevant. On connaît, à vrai dire, des réactions fort sensibles des digitaliques, en particulier celles utilisant divers dérivés nitrés ; mais d'une part les quantités de digitaliques qu'on peut espérer trouver dans des viscères suspects sont infimes et d'autre part il n'y a pas vraiment de réaction caractéristique des digitaliques. Les hormones sexuelles, par exemple, donnent souvent des colorations analogues à celles des digitaliques, avec les dérivés nitrés.

Plus sensibles sont les réactifs biologiques : cœur de grenouille, embryon de canard, muscle papillaire du cœur de chat ou de chien. En fait, des conclusions sûres ne peuvent être cependant tirées que si les viscères suspects sont examinés peu de jours après l'empoisonnement supposé, car la putréfaction fait apparaître des métabolites (amines?) qui ne sont pas sans action sur le cœur de grenouille. D'autre part, la digitoxine par exemple est elle-même métabolisée dans les organes par un processus mal connu encore, mais qui ne conduit pas à la digitoxigénine comme on le croyait il y a quelques années : c'est du moins ce qu'a montré l'étude du métabolisme de la digitoxine marquée.

Reste l'étude des symptômes cliniques qui accompagnent l'empoisonnement : vomissements, nausées, diarrhées, etc... Ils ne paraissent guère caractéristiques et sont, comme toujours, insuffisants à eux seuls. Certes on a pu lire il y a une dizaine d'années, dans une revue anglaise, un très spirituel article où l'auteur décelait la nature du toxique qui avait empoisonné Hamlet, par la simple analyse des paroles que SHAKESPEARE prête à son héros. On doute cependant qu'une telle démonstration puisse entraîner la conviction d'un jury.

Finalement, dans l'affaire BECKER, les experts toxicologues ne conclurent à un empoisonnement digitalique que pour un seul des quatre cadavres autopsiés.

D'autres empoisonnements digitaliques ont été également signalés à la suite d'une confusion entre deux plantes : on trouvera dans les Annales pharmaceutiques françaises (1945) le récit d'un empoisonnement mortel provoqué par une ratatouille assaisonnée avec des feuilles de laurier-rose (*Nerium Oleander*) utilisées en guise de laurier-sauce (*Laurus Nobilis*). On a signalé également des intoxications dues à des feuilles de digitale confondues avec des feuilles de bourrache.

Si les digitaliques sont à l'origine d'empoisonnements — et aussi de nombreux suicides — il n'en reste pas moins qu'ils sont à la base de médicaments qui paraissent irremplaçables à l'heure actuelle. A tel point qu'un médecin célèbre affirmait qu'il refuserait de pratiquer, si on lui interdisait l'emploi des digitaliques pour soigner ses patients.

Digitoxine, Ouabaïne, Scillarène A, Thévétine sont les digitaliques les plus utilisés en France, alors que les Anglo-Saxons paraissent surtout utiliser la digoxine. On les prescrit à des doses ne dépassant pas des fractions de milligramme, et cependant l'Union française en consomme environ 30 kg par an.

Nous terminerons en signalant une autre application possible de certains digitaliques dérivant de la *sarmentogénine*, corps qui ne diffère de la digitoxigénine que par la présence d'un hydroxyle fixé sur le carbone 11. Il est alors possible de passer théoriquement de la sarmentogénine à la *cortisone*: en fait, cette transformation a été réalisée de façon relativement simple au laboratoire.

La source principale de la sarmentogénine se trouve être certains digitaliques contenus dans les graines de quelques espèces ou sous-espèces de *Strophanthus*, lianes qui croissent dans des localités bien déterminées de l'A.O.F. en particulier.

On avait envisagé la culture systématique de ces espèces. Il est difficile de savoir si les essais de culture ont été poursuivis. Ce serait là cependant une source de matière première relativement peu coûteuse pour l'obtention de la cortisone et de ses précieux dérivés dont les prix restent très élevés.

M. Frèrejacque

X^e Assemblée mondiale de la santé, Genève, 7 mai.

VII^e Conférence hydrographique internationale, Monaco, 7 mai.

Conférence internationale d'Audiologie, Saint-Louis, 14-16 mai (Secr. Gal S. R. Silverman, 818 S. Kingshighway, Saint-Louis 10, E. U.).

Conférence internationale des épizooties, Paris, 20-25 mai.

Congrès international sur la métallurgie des poudres, Berlin, mai.

VI^e Congrès international de la Brasserie, Copenhague, 1^er juin.

V^e Congrès du comité international de Photobiologie, Turin, 2-8 juin.

Colloque international du C.N.R.S. : Les problèmes mathématiques de la Théorie quantique des champs, Lille, 3-8 juin (MM. Michel et Deheuvels, Faculté des Sciences, Lille).

Symposium international de la Circulation sanguine, Londres, 4-9 juin.

V^e Congrès international de Thérapie, Utrecht, 5-7 juin (Dr F. A. Nelemans, Vendellaan, Utrecht, Pays-Bas).

IV^e Congrès international de la Combustion, Zurich, 17-22 juin (C.G.M. Logan esq., British National Committee, 6 Grafton Street, London W. 1).

Session de l'Organisation météorologique internationale, Paris, 18 juin.

LA RÉFORME DE L'ENSEIGNEMENT SCIENTIFIQUE

Dans sa séance du 26 novembre 1956, l'Académie des Sciences de l'Institut de France a adopté le vœu suivant qui a été transmis au Gouvernement :

L'ACADEMIE DES SCIENCES,

émue par la situation très grave que créent, pour l'avenir français, la pénurie croissante d'hommes de science, d'ingénieurs, de techniciens, et la proportion insuffisante de jeunes qui se destinent à une carrière scientifique,

constatant que les diverses disciplines scientifiques ou techniques ont besoin de recruter, non seulement des éléments doués de réelles aptitudes pour les sciences abstraites, mais encore des hommes aptes à l'observation et à l'expérimentation,

EMET LE VŒU :

1° que les concours ou examens post-secondaires soient conçus de telle sorte qu'ils permettent de satisfaire à ce double besoin et que ne soient pas, **a priori,** détournés des carrières scientifiques les jeunes qui ne semblent pas spécialement doués pour les mathématiques ;

2° que l'enseignement des sciences dans les établissements secondaires se préoccupent moins de dispenser une instruction détaillée, que de faire acquérir des connaissances durables ; qu'il s'efforce d'attirer les élèves vers les sciences, d'éveiller leur vocation et de leur donner une ébauche de formation, en les initiant, dès le jeune âge, à l'observation et à la méthode expérimentale par des exercices pratiques et des exemples caractéristiques ; que soient rétablies, dans l'enseignement du deuxième degré, des sections à prédominance scientifique effective ;

3° que les initiatives visant à recruter pour l'enseignement un personnel compétent, même sans diplôme, acceptant des élèves, même sans concours, s'efforçant de donner une spécialisation suffisante, soient encouragées et fassent l'objet de réalisations rapides, en présence de l'urgence des besoins.

Souhaitons à notre tour que ce vœu ne reste pas sans effet et qu'il soit transmis pour application le plus rapidement possible à toutes les directions ministérielles intéressées.

LES FORÊTS DE BOURGOGNE

par Ph. GUINIER
Membre de l'Institut
Directeur honoraire de l'Ecole Nationale des Eaux et Forêts

Dans le paysage de Bourgogne, les forêts tiennent une place considérable, 30 % du territoire. La question se pose de connaître ces forêts, de savoir quels arbres les constituent, quelles sont les raisons de leur existence, mais aussi de comprendre quel a été leur rôle dans l'économie de la région. Ainsi, nous apparaît, dès l'abord, le double caractère de la forêt : groupement végétal se constituant et évoluant sous l'action des facteurs naturels, et aussi bien foncier que l'homme s'efforce d'utiliser au mieux de ses besoins du moment. Ce faisant, il perturbe l'évolution normale de cette forêt : dominée par le climat, liée au sol, elle est façonnée par les agissements humains.

Le cadre.

La Bourgogne comporte essentiellement une plaine, terminaison septentrionale de la dépression rhodanienne, encadrée à l'ouest et au nord de hauteurs. A l'ouest, c'est la « côte » à laquelle font suite « l'arrière côte » et la « montagne » où l'altitude atteint de 500 à 600 m et, plus loin, le Morvan avec des hauteurs de même ordre. Au nord s'étend le plateau de Langres, suivi de la montagne châtillonnaise, d'altitudes analogues. Communiquant vers le sud avec la vallée du Rhône, la plaine bourguignonne est largement ouverte au nord-est vers la trouée de Belfort.

Le climat, d'un type parfois appelé rhodanien, est d'allure nettement continentale, avec des étés relativement chauds, des hivers assez rigoureux. Dans la plaine, la température moyenne annuelle est d'environ 11°, la pluviosité de 700 mm avec un minimum estival. Sur les hauteurs, la température s'abaisse, la pluviosité augmente, les hivers deviennent neigeux ; sur l'arrière côte, vers 600 m, on observe une température moyenne d'environ 8°, une pluviosité de 1.000 m : le climat a des allures montagnardes.

Du point de vue géologique, la plaine comporte des formations alluvionnaires d'âges divers ; la côte, l'arrière côte, le plateau de Langres, sont essentiellement constitués par des assises calcaires, tandis que le Morvan est granitique. De ces diverses roches mères dérivent des sols de types variés, sols bruns, rendzines, sols podzoliques. La relation est directe entre la nature du sol, la constitution et la productivité de la forêt.

Résumé de la Conférence faite au Congrès de l'Association Française pour l'Avancement des Sciences à Dijon, le 21 Juillet 1956.

La flore.

La situation géographique, le climat et le sol expliquent les particularités de la flore et spécialement de la flore forestière de Bourgogne. On peut y distinguer plusieurs ensembles d'espèces offrant les mêmes caractères pour leurs exigences et leur répartition géographique, plusieurs éléments floristiques :

1. Un élément *ubiquiste* comprenant des espèces répandues dans toute l'Europe moyenne et constituant notamment le fonds de la flore forestière française : Chênes (plusieurs espèces), Hêtre, Charme, Frêne, Erable champêtre et, comme arbustes, le Noisetier, les Aubépines, etc... Il est à noter que, à l'état spontané, il n'y a en Bourgogne aucune espèce du groupe des Conifères, appelés « Résineux » en langage forestier, à l'exception du Genévrier.

2. Un élément *subméditerranéen* formé d'espèces peuplant les plaines et les collines de la vallée du Rhône : leur installation s'explique par la facile migration le long de la dépression rhodanienne et les conditions d'existence favorables réalisées grâce au climat local en certaines stations. L'espèce caractéristique de cet élément est le Chêne pubescent ; il faut y ajouter, en des stations plus rares, l'Erable de Montpellier, l'Erable à feuilles d'obier et aussi le Frêne oxyphylle et, parmi les arbustes, le Buis.

3. Un élément *centro-européen* qui a pu parvenir en Bourgogne grâce à la facile communication offerte par la trouée de Belfort. A ce groupe, se rattache l'Orme diffus qui trouve, dans la plaine de la Saône, sa limite occidentale. Le Chêne chevelu, espèce typique de l'Europe Centrale, existe près des frontières de la Bourgogne, entre Dole et Besançon. Le Cornouiller mâle, abondant en Bourgogne, a son maximum d'extension dans l'Europe orientale et se rattache à ce groupe.

4. Un élément *montagnard*, caractéristique des montagnes de l'Europe moyenne. Il comprend l'Erable sycomore, l'Orme de montagne, le Sorbier des oiseleurs et, parmi les arbustes, le Groseillier des Alpes, le Nerprun des Alpes et, plus rare, le Sureau rouge. A cet élément appartiennent aussi des plantes herbacées dont les plus spectaculaires sont la Grande Gentiane, la Centaurée de montagne, le Lys martagon.

Les types de forêts.

La composition floristique des forêts de Bourgogne est fonction du climat local et du sol. On peut ainsi définir plusieurs types de forêts.

Dans la plaine, au climat relativement uniforme, le sol, par ses caractères physiques surtout, détermine le type de forêt.

Sur les rives de la Saône, sur alluvions modernes, en sol profond et frais, ce sont des forêts plantureuses où dominent le Chêne pédonculé associé au Frêne et aux Ormes, avec un dense sous-bois de Noisetier,

Aubépines, Prunellier où le Groseillier rouge apporte une note originale.

Sur les argiles de Bresse, la forêt prend un autre aspect : au Chêne pédonculé se mêlent le Charme et aussi le Bouleau. Sur des sols moins compacts, apparaissent le Chêne rouvre et par place le Hêtre. De nombreuses transitions existent entre ces divers types : on en voit un bon exemple dans la forêt de Citeaux où la composition et l'aspect de la forêt varient suivant les particularités locales du sol.

Les forêts sont tout autres sur les collines ou plateaux calcaires de Bourgogne. Sur la côte, avec un climat chaud, un sol superficiel, c'est une forêt aux arbres bas, souvent buissonnants, plus ou moins clairsemés, avec des arbustes divers et des clairières gazonnées où affleure souvent la roche. L'essence dominante est le Chêne pubescent, auquel s'associent l'Erable champêtre, l'Alisier blanc et, en certaines stations, l'Erable de Montpellier et l'Erable à feuilles d'obier. Parmi les arbustes domine le Buis, avec le Cornouiller mâle, le Cerisier mahaleb, parfois le Cytise. Fréquemment, la forêt fait place à des pelouses où sont disséminés des buissons épineux, Genévriers, Aubépines, Prunelliers : ce sont des « friches » issues de la destruction progressive de l'état boisé.

Sur l'arrière côte, le tableau reste analogue. Mais la forêt devient plus dense et sa composition diffère. Au Chêne pubescent se substitue progressivement un Chêne qui se rattache à l'espèce Chêne rouvre mais qui diffère nettement du type que l'on rencontre dans le centre de la France et donne l'impression d'un type intermédiaire avec le Chêne pubescent. C'est là un caractère original de ce type de forêt de Bourgogne, particularité qu'à déjà signalée Buffon. Au Chêne se mélange en abondance le Charme ; on retrouve l'Alisier blanc, mais aussi l'Alisier torminal, l'Erable champêtre. Dans le sous-bois, le Buis a disparu ; Noisetier, Aubépines, Cornouiller restent communs.

En s'approchant de la montagne, on voit apparaître en plus le Hêtre qui se montre d'abord dans les « combes » et sur les versants exposés au nord. Aux altitudes de 500 m et plus la forêt prend un caractère montagnard : Chêne rouvre, Hêtre et Charme en forment le fond, avec, disséminés, l'Erable sycomore, l'Orme de montagne, le Sorbier des oiseleurs. Dans le sous-bois se montrent, en plus des espèces ubiquistes, le Houx, le Groseillier des Alpes et, par place, le Sureau rouge.

Ces mêmes types de forêts se retrouvent sur le plateau de Langres et dans la montagne châtillonnaise. Avec un climat d'allure plus montagnarde, le Hêtre prend plus d'importance ainsi que les essences d'affinités montagnardes. Partout, dans l'arrière côte comme sur le plateau de Langres, les forêts sont entrecoupées de friches buissonneuses.

Dans le Morvan, deux facteurs conditionnent la forêt : le climat d'allure montagnarde et le sol non calcaire. Hêtre et Chêne rouvre, ce dernier sous sa forme typique, dominent ; le Bouleau intervient de manière constante. Dans le sous-bois, peu fourni, figure le Houx ;

la végétation herbacée comporte des espèces caractéristiques des sols siliceux, telle que la Grande Fougère. Par la pauvreté du sous-bois, le petit nombre des essences, cette forêt contraste avec la forêt aux espèces variées des sols calcaires.

L'homme et la forêt.

La situation géographique, le relief, le climat, la constitution géologique, imposent donc aux forêts des diverses stations des caractères déterminés : on les comprend du point de vue botanique. Mais leur physionomie, qui frappe le touriste, leur prospérité et leur capacité de production qui intéressent le forestier, dépendent de l'action de l'homme au cours des temps.

Dès l'origine de l'humanité, l'homme a eu recours à la forêt qui lui a fourni bois de feu, bois pour la construction et l'outillage. Avec les progrès de la civilisation et l'augmentation de la population, l'emprise de l'homme s'est accrue. Il n'est pas sans intérêt de signaler que, indépendamment de la production du bois, la forêt a eu dans les siècles passés un rôle considérable comme terrain de parcours pour le bétail. Un fait caractéristique est l'importance accordée aux Chênes en tant que producteurs de glands pour la nourriture des porcs. L'action humaine s'est exercée par le pâturage comme par l'exploitation. Les besoins en bois ont augmenté aux XVI^e^ et XVII^e^ siècles avec le développement des constructions civiles et navales et l'essor de l'industrie qui n'avait d'autre combustible que le bois ou le charbon de bois. De là la liaison entre l'industrie sidérurgique et les forêts de suffisante étendue. En Bourgogne, Montbard et Châtillon-sur-Seine ont été le berceau de sociétés sidérurgiques encore existantes. Ailleurs, des verreries, des faïenceries, des salines, comme en Franche-Comté, ont été solidaires de la forêt. Au total, la consommation de bois a été telle que des inquiétudes se sont manifestées. C'est là l'origine des mesures prises par Colbert, en 1669, pour la réglementation de l'utilisation des forêts ; ces mesures, tant administratives que techniques, sont restées à la base de notre législation. Au XVII^e^ siècle, la généralisation de l'emploi de la houille a ralenti, puis fait cesser l'usage industriel du bois de feu. La forêt a été, a-t-on dit, « la servante congédiée de l'industrie » ; l'usage des métaux et de divers matériaux a diminué la demande de certaines catégories de bois. L'évolution s'est précipitée au XX^e^ siècle et aboutit à la situation actuelle.

Conséquence de l'action humaine.

L'utilisation de la forêt par l'homme détermine de profondes perturbations dans les conditions d'existence des arbres et l'évolution naturelle du groupement végétal. Quelles que soient les conditions de l'exploitation, en supprimant des arbres, on intervient dans le phénomène fondamental de la concurrence vitale. Le pâturage est destructif de la plupart des jeunes sujets et s'oppose au rajeunissement de la forêt. De toutes façons, il y a modification de l' « ambiance forestière », de cet ensemble de conditions que crée l'existence d'un

massif d'arbres, avec un microclimat moins lumineux et plus humide, un sol sur lequel s'accumulent les dépouilles des arbres. La forêt utilisée par l'homme se transforme et souvent profondément.

D'abord désordonnée et sans méthode, l'action humaine en forêt est progressivement devenue plus méthodique. On a vu naître la science forestière et l'utilisation de la forêt, fermée au bétail, a été conduite suivant une technique plus ou moins rigoureuse. Ainsi s'explique la physionomie des forêts de Bourgogne. Pour la comprendre, quelques notions forestières sont utiles. Le principe fondamental de la technique forestière est la recherche de la productivité, mais aussi de la pérennité de la forêt. Deux modes d'utilisation répondent à ces conditions, deux « modes de traitement » sont possibles. Dans un cas, on exploite les arbres arrivés à une dimension et à un âge assez grands et on assure le rajeunissement à l'aide de jeunes sujets issus de semences : c'est le traitement en « futaie ». Une forêt feuillue ainsi traitée est formée d'arbres tous sensiblement de mêmes dimensions, assez rapprochée les uns des autres, disposés en compartiments d'âges gradués. Dans le traitement en « taillis », on exploite les arbres jeunes, à 20 ou 25 ans pratiquement, et on compte pour le rajeunissement sur la faculté des feuillus de « rejeter de souche ». La forêt est alors formée de « cépées », ensemble de brins nés d'une même souche. Mais depuis longtemps, on s'est préoccupé d'obtenir, dans les forêts traitées en taillis, autre chose que des bois de faible dimension. Pour cela, on laisse sur pied, à chaque exploitation, quelques arbres de « réserve » dont l'âge est nécessairement multiple de l'âge d'exploitation et on remplace, à chaque coupe, les vieux arbres exploités par des jeunes. Ainsi est défini le traitement en «taillis sous futaie». C'est celui qui est appliqué dans presque toutes les forêts de Bourgogne : on s'explique ainsi leur aspect ordonné.

Transformation nécessaire des forêts de Bourgogne.

Telles qu'elles ont été façonnées au cours des temps, les forêts de Bourgogne ne répondent plus toutes aux conditions économiques actuelles. Le fait déterminant est la décadence de l'emploi du bois de feu et, en second lieu, la déchéance des bois d'œuvre feuillus de qualité secondaire. Il faut produire davantage de beau bois d'œuvre feuillu. D'autre part, la demande s'accroît de résineux, même de faibles dimensions. Une transformation des forêts, par changement dans les méthodes de traitement, est désirable. Mais, il faut le noter, ici apparaît un inconvénient : l'évolution industrielle est rapide, tandis que la croissance des arbres est lente ; il y a toujours un retard dans l'adaptation des forêts aux circonstances économiques.

L'idée qui se présente est de laisser vieillir les arbres exploités en taillis et de ne les exploiter qu'à un âge avancé, 100 ans et plus. C'est la méthode de « conversion en futaie » appliquée, depuis déjà longtemps, dans de grandes forêts de l'Etat, Citeaux, Auberive, Châtillon. La transformation est lente et doit être progressive. Plus simple apparaît la méthode consistant, dans un taillis sous futaie,

à augmenter le plus possible le nombre des arbres de réserve. C'est ce qui a été fait en Bourgogne dans beaucoup de forêts de l'Etat et des communes. Dans les forêts de la plaine, en sol riche, le résultat a été d'abord séduisant. Mais il est apparu que, faute de lumière arrivant au sol, les jeunes sujets issus de semence ne pouvaient se développer et remplacer les vieux arbres exploités : les forêts s'appauvrissent. On a actuellement recours à un système consistant à exploiter un certain nombre d'arbres côte à côte, à faire dans le massif des trouées dans lesquelles de jeunes sujets peuvent trouver des conditions satisfaisantes. On transforme ainsi la forêt en une « futaie irrégulière », une « futaie par bouquets », constituée de bouquets d'arbres d'âges gradués. Sur les collines et plateaux, la méthode de l'augmentation du nombre des arbres de réserve s'est montrée d'autant plus déficiente que le sol y est plus superficiel. Dans les forêts où domine le Chêne pubescent, il est impossible d'obtenir des arbres qui atteignent une dimension suffisante pour avoir une réelle valeur.

Dans une importante partie des forêts de Bourgogne, il est donc pratiquement impossible d'obtenir, avec les essences autochtones, une forêt productive répondant aux besoins actuels ; une solution autre doit être recherchée. On songe alors à introduire artificiellement dans ces forêts des essences originaires de régions plus ou moins éloignées, mais qui sont capables d'accepter les conditions d'existence de la station considérée et qui sont bonnes productrices de bois. Ce sont avant tout des résineux qui possèdent les qualités requises : faibles exigences vis-à-vis du sol, souplesse de tempérament, production souvent rapide de bois recherché industriellement. Il y a déjà longtemps que l'on a planté en Bourgogne le Pin noir d'Autriche dans les forêts et les friches des plateaux. On peut obtenir, en des stations judicieusement choisies, des résultats remarquables avec d'autres essences. Aux portes de Dijon, autour du sanatorium de la Trouhande, existe un beau peuplement de Cèdres de l'Atlas créé il y a 80 ans par un propriétaire novateur. Les arbres sont pleinement prospères, se resèment abondamment : tout donne à penser que l'essence est définitivement installée. Ainsi, dans les stations les plus chaudes de la côte, peut être substitué à un taillis chétif de Chêne pubescent, une cédraie prospère et productrice. Dans la montagne vers 550 et 600 m d'altitude, dans des forêts à Chêne rouvre et Hêtre de médiocre venue, avec un climat d'allure montagnarde, d'excellents résultats ont été acquis par l'introduction du Sapin pectiné de nos forêts de montagne : l'essence prospère et se régénère naturellement. Ailleurs encore, sur le plateau, à une altitude moindre, la preuve est faite que le même résultat est atteint par l'introduction de Sapins des montagnes méditerranéennes, notamment du Sapin de Nordmann. On peut donc enrichir la forêt des plateaux et collines, la transformer par l'introduction de certaines essences résineuses et obtenir même la régénération naturelle de ces essences, aboutir à une forêt stable et pérenne, différente de la forêt spontanée. D'autres essences peuvent être aussi implantées, notamment des essences originaires de l'Amérique du Nord qui ont, ailleurs, montré leur qualité : tel est le Sapin de Douglas.

En plus d'un point aussi, à une altitude moyenne, on a planté l'Epicéa et le Mélèze, qui ont été très utilisés dans le Morvan. Dans ces cas, d'ailleurs, il n'est pas toujours possible d'obtenir la régénération de l'essence. Mais on peut enrichir la forêt par des plantations successives remplaçant les arbres exploités.

Dans les forêts de la plaine, aux essences autochtones vigoureuses et productives, une telle question d'enrichissement est moins impérieuse. Cependant on a planté avec avantage, dans les forêts des alluvions de la Saône, des Peupliers à croissance rapide, exploitables à 20 ou 25 ans, lors des coupes de taillis.

***

L'étude des forêts de Bourgogne met en évidence un fait essentiel : si les conditions naturelles dominent les possibilités d'existence des arbres, le caractère des forêts est influencé par les conditions économiques, l'évolution agricole et industrielle du pays, et la nécessité apparaît de façonner la forêt pour répondre au mieux aux besoins industriels de l'époque.

L'occasion s'offre aussi d'entrevoir ce qu'est la science forestière qui étudie les forêts dans le but d'établir une technique permettant d'en tirer le meilleur parti. C'est là une question bien ignorée du public, fidèlement attaché à cette idée que « la forêt pousse toute seule » et qui méconnaît le rôle du forestier. L'action du forestier repose sur la connaissance précise des conditions d'existence des arbres et de l'évolution naturelle du groupement qu'ils forment : par la hache, en intervenant au moment voulu, il intervient dans la concurrence vitale et oriente l'évolution dans le sens qui lui semble opportun. Comme l'a déjà pressenti Buffon, il agit en imitant et aidant la nature.

Cette étude permet aussi de comprendre la complexité des questions forestières, la multiplicité des problèmes que posent l'étude et la mise en valeur des forêts. C'est ici le lieu de rappeler le conseil de Saint Bernard : « Plus invenies in sylvis quam in libris ». Assurément, il est bien des choses en forêt que n'expliquent pas les livres.

Ph. GUINIER

Nouvelles scientifiques

• *L'antineutron.* — On sait que les antiparticules sont caractérisées par des propriétés inverses de celles des particules constitutives de la matière. Le nombre de ces antiparticules s'est récemment augmenté par la découverte de l'antineutron qui, comme le neutron, ne possède aucune charge électrique, mais a un champ magnétique inverse de celui du neutron. Cet antineutron a été identifié dans des recherches faites avec le bévatron de l'Université de Californie. Lorsqu'une particule et l'antiparcule correspondante entrent en collision, toutes deux disparaissent avec production d'énergie. L'équipe de l'Université de Californie étudie la production et la disparition des antineutrons. Dans ces expériences on bombarde de l'hydrogène liquide avec des antiprotons ; 3 % d'entre eux sont ainsi transformés en antineutrons, puis dirigés sur une cible en verre et disparaissent lors de collisions avec des neutrons. Chaque désintégration neutron-antineutron est enregistrée à l'aide d'un compteur.

• *L'encouragement au talent scientifique aux Etats-Unis.* — Dans un rapport intitulé « l'encouragement au talent scientifique » la *National Science Foundation* propose un programme de 200 millions de dollars destiné à arrêter « le gâchis des ressources intellectuelles du pays ». Il est signalé dans ce rapport qu'à la fin des études secondaires parmi les 30 % des étudiants qui pourraient poursuivre des études supérieures on n'en retrouve que la moitié sur les bancs des Universités. Un système convenable de bourses devrait contribuer à « récupérer » ceux qui possèdent à la fois la volonté et la capacité de poursuivre des études scientifiques. On doit faire, avant ce stade, un effort destiné à préparer les étudiants à des carrières scientifiques, à les informer des débouchés ultérieurs et à les y intéresser. Enfin le rapport insiste sur la nécessité de relever les traitements du personnel enseignant afin à la fois de reconnaître leurs mérites et de réduire la très grande pénurie dont souffre actuellement le pays.

• *Les Crédits de la « National Science Foundation » aux Etats-Unis.* — Pour l'année 1957, 40 millions de dollars ont été attribués à la « National Research Foundation », ce qui représente un budget égal à 2,5 fois celui de 1956. Ce crédit se répartit comme suit : 16,5 millions de dollars pour la recherche ; 14,5 pour l'éducation et les bourses ; 5,8 pour les installations et aménagements scientifiques ; 900.000 dollars pour l'information et la documentation (y compris la traduction de mémoires russes) ; 1,8 millions de dollars de crédits de fonctionnement.

• *Jéricho, la plus ancienne ville du monde.* — Des recherches permettant de dater des objets à l'aide du carbone radioactif, et dont rendent

compte le *Scientific American* et la revue *Antiquity* viennent de permettre d'étayer les prétentions de Jéricho a être la plus ancienne ville du monde. Avec des échantillons provenant de fouilles effectuées par M. Kenyon on a pu dater des murs de la ville à 8000-6000 ans avant l'ère chrétienne. Ceci fait remonter la civilisation à une antiquité où l'époque glaciaire n'était pas terminée en Europe du Nord. Lorsque Jéricho fut détruite par les Hébreux pendant le second millénaire avant notre ère, elle était déjà deux fois plus ancienne que Rome ne l'est aujourd'hui.

Les historiens étaient jusqu'ici d'accord pour estimer que le début de la civilisation se situait aux environs de 3500 ans avant J. C. et qu'elle avait pris naissance dans le « croissant fertile » entre le Nil et les vallées du Tigre et de l'Euphrate. D'après sir Mortimer Wheeler il semble que des oasis, telles que Jéricho, pratiquaient l'agriculture bien avant que l'homme ne sache utiliser le rythme saisonnier des cultures de ces vallées, périodiquement inondées.

• *Effets de la pollution atmosphérique sur la végétation.* — Dans la revue anglaise *Nature*, A. J. Grayson a donné récemment une analyse des mémoires présentées au récent Congrès de la British Association sur l'effet des fumées industrielles sur la végétation. D'après E. M. Conder la pollution de l'air n'est pas la seule cause du ralentissement de la croissance de certains conifères au voisinage des villes industrielles : le feu et les vols interviennent également. Dans les régions industrielles du Lancashire les espèces les plus résistantes et celles qui produisent le plus de bois sont les suivantes : sycomore, hêtre, orme et peuplier. Parmi les espèces résistantes il faut également citer le marronnier, le bouleau, le houx et l'aune. Les arbres qui sont vraiment à recommander sont les sapins (en particulier la variété autrichienne), les mélèzes (variété japonaise), les cèdres et certains cyprès.

L'agent de pollution le plus fréquemment incriminé est l'anhydride sulfureux. Des expériences ont été faites par fumigation à l'aide de ce gaz dans certaines régions. Mais les conditions naturelles sont difficiles à réaliser et les résultats sont plutôt décevants. Parmi les facteurs dont il faut tenir compte, l'âge et l'état des arbres sont à mentionner, ceux qui ont terminé leur croissance étant les plus vulnérables. Mais dans la pratique les vapeurs sulfuriques ne doivent pas être seules incriminées. De plus le taux maximum est fixé très arbitrairement et dépend énormément des conditions atmosphériques et du relief. En outre et en plus des composés du soufre il faut tenir compte de la teneur élevée de certaines atmosphères en produits de combustion de la houille, au moins aussi nocif pour la végétation que le gaz sulfureux.

• *Effets de la pollution atmosphérique sur la santé publique.* — Dans l'hebdomadaire américain *Chemical and Engineering News*, H. B. Vovee, A. S. Gorai et J. B. Pate de l'Université de Washington donnent un compte rendu des résultat des recherches effectuées

dans différents laboratoires américains sur le problème de la pollution de l'atmosphère. En particulier H. L. Falk et P. Kotin de l'Université de la Californie du Sud étudient les propriétés cancérigènes du noir de fumée contenu dans certaines atmosphères. Ils sont arrivés à la conclusion que certains cancers du poumon ne sont pas imputables à l'inhalation de substances cancérigènes. D'autres facteurs dus au brouillard jouent un rôle en affectant le système respiratoire. C'est ainsi que certains hydrocarbures aliphatiques oxydés nuisent au système de défense de l'appareil respiratoire (en particulier les mouvements des cils vibratiles et certaines secrétions) qui auraient normalement tendance à rejeter toutes particules de fumées accidentellement respirées. Par conséquent le noir de fumée s'accumule dans les poumons et prolonge l'action de certains dérivés cancérigènes (tel le 3-4 benzopyrène) qui peuvent s'y trouver absorbés. En outre le brouillard par lui-même irrite le poumon l'exposant ainsi davantage à une action nuisible. Enfin certains composés aliphatiques oxydés peuvent libérer les dérivés cancérigènes contenus dans la fumée et les déposer sur un terrain déjà irrité et exposé.

Bien que de nombreux travaux aient été effectués H. H. Schrenk de la Fondation de l'hygiène industrielle estime qu'aucune relation quantitative n'a pu être établie sur l'influence de la pollution atmosphérique sur certaines maladies des voies respiratoires. Il y a de nombreuses raisons de penser que si des accidents graves peuvent se produire lorsque l'atmosphère est fortement contaminée, de plus longues expositions à des concentrations moindres doivent aussi s'avérer être dangereuses. Il faudra bien des efforts et des travaux systématiques avant de pouvoir établir une relation quantitative de cause à effet entre les agents de pollution atmosphérique et tous les troubles, depuis la simple irritation jusqu'au cancer du poumon.

• *Vitamine B* 6 *et Carie dentaire.* — Le *New-York State Dental Journal* signale que des chercheurs de la Société Merck ont constaté que lorsque l'alimentation renferme un excès de vitamine B 6 on observe un sixième en moins de cas de carie dentaire que dans le cas d'une alimentation normale. Quoique aucune recherche bactériologique n'ait été faite on suppose que la vitamine B 6 en excès agit en modifiant la faune microbienne de la bouche.

• *Les universités de Grande-Bretagne en* 1954-55. — Le rapport relatif aux universités britanniques pour l'année universitaire 1954-55 a paru récemment à Londres (Universities Grants Committee. Returns from Universities and University Colleges in Receipt of Treasury Grant for the Academic Year 1954-55). Pour la première fois depuis quelques années le nombre des étudiants est en augmentation : 81.705 contre 80.602 en 1953-54 et 81.474 en 1952-53. On estime que ce nombre sera plus élevé en 1955-56. Le nombre d'étudiants en provenance des pays du Commonwealth s'est élevé à 4.987 et celui des étudiants étrangers à 3.617. Par rapport aux deux années précédentes on constate une légère augmentation du nombre d'étudiants en sciences

et une diminution du nombre d'étudiants en médecine. Dans l'ensemble 23, 2% des étudiants se destinent à la médecine. Près de 73 % des étudiants bénéficient de bourses et 70 % du nombre total de ces bourses proviennent de fonds publics.

Pour l'Angleterre seule (c'est-à-dire compte non tenu de l'Ecosse et du Pays de Galles) une somme totale de 1.685.000.000 de francs a été consacrée à la recherche, un milliard provenant du budget et 685.000 francs de l'industrie.

● *L'enseignement supérieur en Hongrie.* — La revue britannique *Nature* nous apprend que l'enseignement universitaire hongrois s'est fortement développé au cours des dernières années. En 1937-38 il y avait 12.000 étudiants dans les Universités et grandes Ecoles (13 pour 10.000 habitants) ; en 1953-54 il y en avait 53.000 (56 pour 10.000 habitants). En 1938-39 il y avait en Hongrie 16 Universités et grandes Ecoles avec 37 Facultés ; il y a aujourd'hui 33 Universités et grandes Ecoles avec 56 Facultés. Avant la guerre plus de la moitié des étudiants des Universités et un tiers des étudiantes suivaient les cours des Facultés de Droit ; ceux qui faisaient des études scientifiques et techniques constituaient le groupe le plus faible ; aujourd'hui 47 % du nombre total d'étudiants sont inscrits dans les Facultés des Sciences et les Facultés techniques, tandis que 3 % seulement suivent des cours de Droit.

● *Production de titane et de ferro-niobium en Norvège.* — D'après le service norvégien d'Informations la *Titania A/S* qui est le principal producteur de bioxyde de titane va entreprendre la fabrication du titane métallique. La Société *A/S Norsk Bergverk* qui produit de grandes quantités de concentrés de niobium envisage la fabrication du ferro-niobium.

• *Le Cancer et l'Alimentation.* — Lors de la réunion de l'Union Internationale contre le Cancer qui s'est tenue à Rome, on a insisté sur les propriétés cancérigènes éventuelles d'un grand nombre de produits fréquemment utilisés dans l'industrie alimentaire. C'est ainsi que certaines matières colorantes, ou des substances destinées à donner un goût ou un parfum déterminés, ou encore certains agents de préservation ou un certain nombre de corps gras artificiels peuvent présenter un certain danger. Des dangers peuvent être également dus à des antibiotiques ou des hormones utilisés pour l'engrais de certains animaux. Il faut surtout souligner le danger présenté par les matières colorantes ; aucune ne peut être considérée comme étant absolument sans aucun danger. Sur les 116 matières colorantes autorisées et employées dans les industries alimentaires, il y en a une centaine nécessitant des recherches approfondies. On doit en conclure que les matières colorantes utilisées dans l'alimentation et la parfumerie doivent être sévèrement contrôlées aussi bien du point de vue de leur nature chimique que de la concentration qui peut être employée sans danger.

NOUVEAUTÉ

Vient de paraître :

R. GOUYON

Ancien élève de l'Ecole normale supérieure
Agrégé des Sciences Mathématiques
Professeur de Mathématiques spéciales au lycée de Toulouse

PRÉCIS
DE
MATHÉMATIQUES SPÉCIALES
PROGRAMMES A_1 et A_2

OUVRAGE CONFORME AUX NOUVEAUX PROGRAMMES
APPLICABLES AU 1er OCTOBRE 1956

Volume 16 x 24 cm, de X-648 pages, relié pleine toile ..... **6300 F**

★

On vend séparément :

1er Fascicule : **3000 F** — 2e Fascicule : **2700 F**

VUIBERT

63, boulevard Saint-Germain, 63
PARIS

R. W. ANDERSON. — Dansons avec les mathématiques. Traduit de l'anglais par M. Moler. — Dunod, Paris, 1957, 158 pages, 127 figures. Broché : 650 francs.

Dans cet opuscule, destiné à de jeunes lecteurs, l'auteur s'est efforcé dans un style simple, de donner une vue panoramique des principaux aspects des mathématiques: arithmétique tout d'abord, puis algèbre, trigonométrie, géométrie, probabilités, logarithme, géométrie analytique et enfin les premiers éléments de calcul différentiel et intégral. Les jeunes gens trouveront, sans effort d'attention excessif, un distraction inattendue à la lecture de ce petit ouvrage.

M. PARODI.

Léon BERTIN. — La Terre, notre planète. — Un vol. in-4°, 400 pages, 600 illustrations, 20 planches hors texte en couleurs, dont une carte géologique de la France. — Paris, 1956, Larousse éditeur.

Le Professeur Léon Bertin a été tué dans un accident d'automobile en février 1956 ; il relisait les dernières épreuves des derniers fascicules de cet ouvrage, qui par bonheur était entièrement terminé. Léon Bertin est un des auteurs scientifiques les plus lus de notre époque ; il n'est que d'évoquer le grand succès de sa « Vie des Animaux » aux Editions Larousse.

Zoologiste de profession, Léon Bertin avait déjà publié un Manuel de Géologie et de Paléontologie préfacé par Alfred Lacroix. Ici, il nous raconte notre planète. C'est peut-être l'intérêt particulier de ce livre de ne pas avoir été écrit par un géologue professionnel qui se serait enfermé dans un cadre beaucoup plus étroit. En naturaliste curieux, Léon Bertin a étudié la Terre sous tous ses aspects. Il y a d'abord le Présent de la Terre : atmosphère et météores, eaux de surface, souterraines, solides, marines, êtres vivants et fossiles, volcans et éruptions, mouvements du sol, structure du globe.

La seconde partie est consacrée à l'exploitation de la Terre, la Terre au service de l'homme : minéraux et minerais, roches combustibles, pétrole et ses dérivés, houille blanche et sources futures d'énergie. Il y a là d'excellents chapitres avec des chiffres récents et d'actualité.

La troisième partie est réservée au Passé de la Terre, au film des temps passés : les premiers âges de la Terre, puis les temps primaires, secondaires, tertiaires et quaternaires. Et les dernières pages sont consacrées au tourisme. Il y a un Index à la fin de l'ouvrage.

Tout cela qui serait ardu à lire pour le grand public est au contraire d'une grande facilité de lecture comme tous les ouvrages de Léon Bertin, qui avait l'art d'écrire pour être aisément compris par tous ses lecteurs. Il faut dire aussi la richesse de l'illustration photographique qui cherche (et réussit) à éviter ces clichés passe-partout que l'on retrouve implacablement dans tous les livres de géologie. Il y a des choses très nouvelles et originales.

C'est un beau livre dû à la collaboration de l'auteur et des éditeurs. Il aura un grand succès et ce sera le plus bel hommage à la mémoire de Léon Bertin.

R. FURON.

BORN (Max). — L'expérience et la théorie en physique (traduit par J.-P. Mathieu). — Un fascicule, 51 pages in-8°, 1955, Paris, Gauthier-Villars éditeur. Prix : 250 francs.

GAUTHIER-VILLARS

ÉDITEUR - IMPRIMEUR - LIBRAIRE

55, QUAI DES GRANDS-AUGUSTINS

PARIS VI[e]

DIXMIER (J.). — LES ALGÈBRES D'OPÉRATEURS DANS L'ESPACE HILBERTIEN (Algèbres de Von Neumann) (Fascicule XXV des Cahiers Scientifiques) In-8 (16-25) VI-367 pages, 1957. . . . . **5.500 fr.**

★

MONOD-HERZEN (E.). — PRINCIPES DE MORPHOLOGIE GÉNÉRALE. 2[e] Edition revue et augmentée. In-8 (16×21).

Tome I : Formes définies. Familles de formes. Formes associées. Forme et fonctionnement des cristaux à la matière vivante. 197 pages, 151 figures. 1956 . . . . . **2.000 fr.**

Tome 2 : Matière vivante. Morphologie humaine. Esthétique. 170 page, 70 figures. 1957. . . . . **1.500 fr.**

★

MOULON (J.). — LES TRANSISTRONS DANS LES AMPLIFICATEURS. (Collection technique et scientifique du C. N. E. T.) In-8 (16×25), 316 pages, nombreuses figures. 1956. . . . . **2.300 fr.**

Envoi de toutes documentations sur simple demande

et de son bulletin

« L'ACTIVITE SCIENTIFIQUE ET TECHNIQUE EN FRANCE »

Vient de paraître :

TABLES NUMÉRIQUES UNIVERSELLES

DES LABORATOIRES ET BUREAUX D'ETUDES

par

Marcel BOLL

Opérations arithmétiques. Expressions trigonométriques. Exponentielles. Probabilités. Grandeurs réelles et complexes. Calcul des formules usuelles. Conversion des unités

IV-902 pages 19 × 28, avec 122 graphiques et un index
2e édition Relié toile sous jaquette ..... **5 900 F.**

En vente dans toutes les bonnes librairies et chez

DUNOD ÉDITEUR. 92, RUE BONAPARTE — PARIS - 6e - C. C. P. 75-45

Ce fascicule développe les idées exposées dans une conférence faite devant la Société philosophique de Durham le 21 mai 1948. M. Max Born analyse au moyen d'exemples tirés de l'histoire des sciences et de la physique moderne, les parts respectives de l'observation, de la théorie abstraite et de l'expérimentation dans la découverte scientifique. Les grandes découvertes ne sont jamais un produit de la raison pure, mais l'aboutissement d'une longue suite de recherches empiriques et réalisent une synthèse souvent très ingénieuse entre des connaissances bien établies et une nouvelle hypothèse simple soumise à la vérification ou à l'expérimentation.

G. PETIAU.

P. T. JOHNSON, R. TRAUB. — Revision of the Flea genus Peromyscopsylla. (Revision des Puces du genre **Peromyscopsylla.**) — Smithsonian miscellaneous collections, vol. 123, n° 4, 68 p., 131 fig., Washington, nov. 1954.

Poursuivant leurs travaux sur les insectes parasites, importants comme vecteurs potentiels d'agents pathogènes, ces auteurs présentent ici une excellente monographie systématique d'un vaste Genre de Puces vivant aux dépens des Rongeurs. Ce genre Peromyscopsylla comporte actuellement 20 espèces ou sous-espèces réparties en Europe Asie et Amérique du Nord. Après des généralités sur le genre et des clés de détermination spécifique, chacune des espèces est décrite en détail, avec une abondance de figures, qui fournissent une précieuse documentation sur la morphologie de ces insectes.

J. CARAYON.

Centre belge de recherches mathématiques. — Deux colloques récents :

a) sur les questions de réalité en géométrie (Liége, 22-26 mai 1955) ;

b) sur la théorie des nombres (Bruxelles, 19-21 décembre 1955).

Voici deux beaux ouvrages, atteignant chacun 200 p. environ, dans le format 16 × 25 et donnant le dernier aspect des explorations faites en deux domaines parmi les plus importants, ce dont on ne saurait trop féliciter les deux présidents de colloque, les Professeurs Lucien Godeaux (Liége) et Alfred Errera (Bruxelles).

Le premier volume joint à son intérêt mathématique un intérêt philosophique. En effet, on parle souvent d'intuition et de **géométrie visuelle.** Or, dans **a),** ces points de vue très attachants trouvent des racines profondes.

Elles se présentent d'emblée pour la **géométrie finie,** fondée par le Danois C. Juel à la liaison de ce siècle et du précédent, et représentant une sorte de prolongement qualitatif de la théorie projective des courbes et surfaces algébriques. Le volume consacré aux questions de réalité reproduit la belle conférence faite à ce sujet en 1923, par M. Paul Montel, au séminaire de M. Jacques Hadamard. Et son auteur l'a fait suivre d'un nouvel exposé sur les débuts de la géométrie finie. Comme il est connu, l'œuvre de Juel a été poursuivie par MM. Marchand, Haupt, Fenchel et d'autres ; et ainsi, les hypothèses ont été élargies, au profit de la simplicité. On trouvera, faisant suite à ceux de M. Paul Montel, d'importants exposés de ces auteurs.

Mais la réalité en géométrie a divers aspects et en restant dans le champ algébrique, plusieurs géomètres italiens, tels MM. Brusotti ont obtenu à ce sujet de profonds résultats. Il y fait suite une étude de M. B. Segre sur les correspondances entre variétés topologiques. De son côté, M. Vincensini donne une méthode pour l'étude des corps convexes, tandis que la géométrie intégrale est représentée par M. L. Santalo.

Le colloque d'arithmétique n'a pas été moins captivant. Le volume qui s'y consacre reproduit l'important mémoire de M. Ch. J. de la Vallée-Poussin sur la fonction zêta de Riemann et les nombres des entiers premiers en-dessous d'une limite donnée. A la suite de cette analyse d'une de ses variantes obtenues en 1832 par E. Landau, M. Alfred Errera donne le moyen de ramener cette dernière à sa forme la plus simple. On sait d'ailleurs aujourd'hui, à la suite du mémoire de Selberg (Annals of Math., 1949) retrouver ces résultats par voie d'inégalités arithmétiques. Or M. J. G. van der Corput, après avoir tiré de l'inégalité de Selberg, une démonstration limpide de l'équivalence entre x et $\log_e xN(x)$ établit que la somme des $\log_e$ des entiers premiers $\leqslant x$ peut, quand x croît indéfiniment, s'écrire :

$$x\,[1 + \text{reste}]$$

le reste étant de l'ordre de $(\log x)^{-\varepsilon}$ pour un ε convenable, qu'il égale à 0,005. D'autre part, dans le champ des théories analytiques, H. Delange élargit les problèmes de répartition en considérant les entiers premiers inclus dans certaines suites. G. Ricci précise l'allure de la suite

$$(p_{n+1} - p_n)\,\log^{-1} p_n$$

Richert étend les applications des séries de Dirichlet, et Teighem, applique à des thèmes voisins ses méthodes d'estimation.

Les nombres algébriques apparaissent avec MM. C. Pisot et K. Roth, les nombres transcendants avec M. J. Popken, la théorie additive des nombres avec M. P. Erdös, l'analyse diophantine avec M. L. J. Mordell, les méthodes de recouvrement avec M. H. Davenport...

Et ces brèves indications suffisent à mettre en pleine lumière les progrès des méthodes et la richesse des résultats dans ce domaine.

G. BOULIGAND.

L'industrie du Charbon en Europe. **Etude préparée par le Comité du Charbon de l'Organisation Européenne de Coopération Economique,** 1 brochure 15 × 24 cm, 88 p. 300 fr. O.E.C.E. édit., Paris, 1956.

Dans la première partie de cet ouvrage on passe en revue l'évolution du marché du charbon en 1955 dans l'ensemble des pays de l'O.E.C.E. La demande s'est accrue de 23 millions de tonnes par rapport à 1954, mais la production n'a progressé que de 2,5 millions de tonnes, d'où une diminution des stocks sur le carreau des mines. Le rapport passe en revue les divers secteurs qui ont contribué à l'expansion de la consommation : sidérurgie, centrales électriques, industries diverses. Dans le domaine des facteurs agissant sur la production, on doit noter la progression lente, mais constante des rendements dans la plupart des bassins, et d'autre part les difficultés de reconstitution des effectifs ouvriers après la baisse de ceux-ci au cours des années 1953 et 54. Malgré le développement de la demande les prix sont restés à peu près stables.

Dans la seconde partie sont étudiés les facteurs susceptibles d'affecter la demande future du charbon. D'une façon générale, le Comité est d'avis que la marche générale actuelle de l'économie laisse prévoir que la demande actuelle de charbon pourrait s'accroître encore en 1956, mais à un rythme moindre qu'en 1955. A plus long terme il semble qu'il y ait toutes raisons de penser que l'augmentation des besoins en énergie se poursuivra avec comme conséquence un besoin accru de combustibles solides. En même temps des perspectives s'ouvrent à l'industrie charbonnière dans le domaine de la valorisation chimique et de la gazéification. Malheureusement la production charbonnière est peu flexible et malgré tous les efforts entrepris pour augmenter l'extraction, des difficultés subsistent quant aux investissements et au recrutement de la main-d'œuvre. Le déséquilibre entre besoins et production aura pour effet de maintenir un fort courant d'importation des Etats-Unis.

OFFIce international de
documentation et LIBrairie
48, rue Gay-Lussac — **PARIS** (5e) ODÉ. 91.30

LIVRES POUR QUELQUES SCIENCES
PÉRIODIQUES SCIENTIFIQUES
PAR **ABONNEMENTS**

Dans ses conclusion le Comité met en garde l'opinion publique qui serait tentée de croire que l'industrie charbonnière pourrait subir un déclin à la suite de l'entrée en scène de l'énergie atomique. Celle-ci, loin de supplanter les sources classiques d'énergie, devra de toute urgence les compléter pour faire face à une demande en augmentation constante.

P. LAFFITTE.

Les Industries mécaniques et électriques en Europe. **Etude préparée par le Comité de l'Equipement de l'Organisation Européenne de Coopération Economique.** 1 brochure 15 × 24 cm, 213 p. 500 fr., O.E.C.E. édit., Paris, 1956.

Cet ouvrage constitue le premier rapport du Comité de l'Equipement de l'O.E.C.E. sur la situation des industries mécaniques et électriques en Europe. Après avoir rappelé dans ses grandes lignes l'évolution économique de ce secteur depuis 1950, les auteurs étudient en détail les développements intervenus au cours de la période 1952-55 ainsi que les facteurs déterminants de l'évolution pendant cette période. Les tendances probables pour 1956, et dans une certaine mesure pour les années qui suivent, sont envisagées.

La valeur des livraisons de produits mécaniques et électriques a continué de progresser et s'est même accélérée en 1954 puis en 1955. Les effectifs de main-d'œuvre se sont accrus, mais plus lentement que la production ; mais depuis la fin de 1954 on constate une pénurie de main-d'œuvre qualifiée et surtout de techniciens et d'ingénieurs. Depuis la fin de 1954 des difficultés dans l'approvisionnement en matières premières ont réapparu et leurs prix sont en hausse depuis fin 1954. Les salaires sont également en augmentation. Dans l'ensemble les pays membres de l'O.E.C.E. suffisent en grande partie à eux-mêmes à leurs besoins en produits mécaniques et électriques.

En 1955 les exportations vers les pays non membres ont représenté près de 15 % de la demande totale de produits mécaniques et électriques. La demande intérieure de biens de consommation durables et de biens d'investissement n'a cessé de s'accroître. Bien que les prix des matières premières et les salaires aient augmenté de 1952 à 1955, les prix des produits mécaniques et électriques sont restés pratiquement stables.

La situation des commandes fin 1955 indique que la production des industries mécaniques et électriques connaîtra une expansion appréciable en 1956. Mais celle-ci pourrait se ralentir par rapport à 1955 par suite de l'insuffisance de la capacité de production encore disponible et par suite de la pénurie de travailleurs qualifiés qui ne fait que s'aggraver.

P. LAFFITTE.

L'industrie des métaux non ferreux en Europe. — Un vol. broché 24 × 15 cm., 98 pages, publié par l'Organisation Européenne de Coopération Economique, Paris, 1956. 350 francs.

Cet ouvrage constitue le rapport établi par le Comité des Métaux non ferreux de l'O. E. C. E., sur l'évolution de la situation des métaux non ferreux en Europe en 1954 et au cours du 1er semestre de 1955. Dans certains cas il va même jusqu'en décembre 1955 pour les prix et septembre 1955 pour les statistiques de production et de consommation. Il fait suite au rapport publié il y a un an.

L'aluminium, le cuivre, le plomb, le zinc, l'étain et le nickel font chacun l'objet d'un chapitre contenant une analyse des variations et tendances des éléments de l'offre et de la demande dans les pays membres, des indications sur le niveau et les fluctuations des prix et sur les développements probables à court terme. Le texte est illustré par de nombreux graphiques et complété par une série de tableaux statistiques. Enfin les annexes contiennent les statistiques de production et de consommation des pays mem-

bres et de leurs territoires d'outre-mer, ainsi que des tableaux précisant le régime des échanges intra-européens.

Deux facteurs principaux ont influé sur l'évolution de l'industrie des métaux non ferreux en Europe pendant la période envisagée : d'une part, en Europe, le haut niveau d'activité des industries utilisatrices de métaux non ferreux (mécanique, électricité, construction) ; d'autre part, aux Etats-Unis, la reprise de l'expansion économique.

La demande des métaux non ferreux s'est considérablement accrue en Europe : l'augmentation de la consommation apparente en 1954, par rapport à 1953 est de 35 % pour le cuivre, 25 % pour l'aluminium, 24 % pour le zinc, 17 % pour le plomb, 9 % pour l'étain, enfin 8 % pour le nickel. Quant à la production des fonderies européennes elle a également augmenté en 1954 par rapport à 1953 et au premier semestre de 1955 par rapport à la période correspondante de 1954. D'une façon générale la consommation apparente totale a augmenté de 2 % environ en 1954 par rapport à 1953 et de 15 % environ au 1er semestre de 1955 par rapport à la période correspondante de 1954.

Sous l'effet combiné de la pression de la demande et de facteurs permanents, des difficultés d'approvisionnement sont apparues ou se sont accentuées. Ces changements dans le niveau de l'offre et de la demande ont eu sur les prix des répercussions différentes suivant les métaux. Ce sont les fortes fluctuations des prix du cuivre qui ont constitué l'événement le plus marquant de la période considérée.

P. LAFFITTE.

Mémorial du Progrès Scientifique et Technique 1954. — Publication du Comité permanent d'organisation des Congrès Internationaux du progrès scientifique et technique, 28, rue Serpente, Paris (6e). Imprimerie Nationale, Paris, 1954.

Ce magnifique ouvrage in-4° de 425 pages, abondamment illustré, apporte un vibrant témoignage du rôle de la science et de ses appplications dans la vie moderne des Nations et montre la place qu'elle doit y tenir.

Après une préface du Prince Louis de Broglie et un prologue de M. Plaisant, président du Congrès du progrès scientifique et technique, sont présentés les travaux de ce Congrès répartis en une série de chapitres dont les principaux sont : les Echanges internationaux - l'Homme et le progrès scientifique et technique - Réalisations scientifiques, techniques, économiques, sociales. Il n'est pas possible dans cette brève analyse de citer les éminents conférenciers appartenant à tous les milieux scientifiques et industriels de France et de ses pays amis, et d'énumérer les sujets traités

LES APPLICATIONS TECHNIQUES DE LA LOGIQUE

par **M. TOUCHAIS**

Ingénieur-conseil, ingénieur A. et M. et E.S.E.

XX-84 pages 16x25, avec 54 figures. 1956. Broché ... **940 F**

En vente dans toutes les bonnes librairies et chez

92, rue Bonaparte **DUNOD** Editeur, PARIS (6e)

qui sont tous de haute qualité, et situent les questions scientifiques dans leur cadre social. Selon l'expression de M. Plaisant : « Le progrès scientifique et technique, le seul progrès en vérité qui implique une marche en avant, pour être bienfaisant doit être coordonné, orienté afin de réaliser sur la matière inerte une conquête utile à la vie ».

J. VERNE.

Tables de constantes et données numériques. Constantes sélectionnées : n° 6. **Pouvoir rotatoire naturel.** — I. Stéroïdes, par J. M. MATHIEU et A. PETIT, préface de D. H. R. BARTON ; un vol. 520 pages (21 × 27 cm). 507 pages, broché : 1.200 fr., cartonné toile : 12.900 fr., Masson et Cie édit., Paris, 1956.

Depuis une trentaine d'années la chimie des stéroïdes a été activement étudiée et est devenue d'une importance capitale. Les stéroïdes comprennent beaucoup de substances d'une puissante action physiologique ; leur emploi en médecine a stimulé la recherche de méthodes de synthèse partielle et, plus récemment, de synthèse totale. Tous les chimistes qui ont travaillé dans ce domaine connaissent l'importance du pouvoir rotatoire en tant que critère physique de pureté. Dans la mesure où il n'est pas facile de retrouver dans la littérature des données optiques sûres, toute table de rotation des stéroïdes se montrera d'une grande utilité. Si l'on ajoute à cela l'importance prise actuellement par les rotations moléculaires dans l'élucidation de la structure ou de la configuration électrochimique, on comprend qu'une vue d'ensemble moderne et complète des pouvoirs rotatoires des stéroïdes constitue justement ce qu'attendaient tous les chimistes des stéroïdes ainsi que les autres chercheurs intéressés par ce sujet.

Les pouvoirs rotatoires spécifiques sont donnés pour 8.300 stéroïdes. La table comporte, pour chaque composé : sa formule brute, son nom systématique, son poids moléculaire, les conditions dans lesquelles la mesure a été effectuée (solvant, concentration de la solution, température et longueur d'onde), son pouvoir rotatoire spécifique accompagné de la précision sur laquelle on peut compter étant données les déterminations des divers auteurs, et, enfin, les références bibliographiques relatives aux résultats de mesure et de structure reportés. La bibliographie s'étend de 1863 à 1956 (3.017 références). Les composés sont classés par formule brute, mais un index alphabétique très complet permet de trouver rapidement un stéroïde quelconque à partir de son nom vulgaire ou de son nom systématique ; 1.750 noms vulgaires auxquels correspondent 2.000 dérivés sont mentionnés dans l'index. Il y figure 4.500 noms systématiques de base auxquels correspondent près de 6.000 dérivés. La nomenclature utilisée, conforme aux recommandations de l'Union Internationale de Chimie, résulte d'une étude particulière effectuée par un groupe de spécialistes qui ont précisé et complété les bases posées par la Commission internationale de Nomenclature de Chimie biologique. Les règles de cette nomenclature, accompagnées d'exemples, sont exposées dans une introduction détaillée rédigée en langue française et en langue anglaise.

P. LAFFITTE.

Le Gérant : R. CONSTANS
Imprimerie Jacques et Demontrond, Besançon